LA VITA

DI

MICHELE FARADAY

NARRATA DA

ANDREA NACCARI

PROF. DI FISICA NELLA R. UNIVERSITÀ DI TORINO

PADOVA — FRATELLI DRUCKER — PADOVA
LIBRAI-EDITORI
1908

INTRODUZIONE

La grandezza dell' opera di Michele Faraday, maravigliosa in sè, stupisce ancor più chi considera come egli sia sorto dal più basso strato sociale per volontà e forza propria, com' egli fosse già dotto prima d'aver un maestro, com' egli fosse saggio e armato d'alta filosofia quando, ancora giovinetto, s' affacciava alla vita.

L' infanzia e l' adolescenza di lui non ebbero cura alcuna. La sua istruzione fino ai vent' anni provenne solo dai libri che gli venivano dati da legare. Gran parte del suo tempo doveva essere dedicato alle fatiche manuali del suo mestiere. Anche quando esaudito il suo vivo desiderio, egli venne accolto nella « R. Institution », l' opera assegnatagli era quella d' un operaio e, durante il viaggio col Davy sul continente, l' ufficio suo, non bene determinato, stava fra quello dell'assistente scientifico e quello del cameriere. Per ciò non è forse possibile trovare fra gli scienziati un più chiaro esempio di una ferma volontà che, vincendo ogni ostacolo procede sulla via del sapere e della virtù.

Un ardente e costante desiderio di apprendere s'univa in lui al grande ingegno e molto contribuì al suo ra-

pido ascendere una grande umiltà, che gli faceva ricercare e riconoscere le deficenze del proprio sapere.

S'aggiunga che la sua educazione libera, fatta da lui medesimo, lo condusse agli studi, per i quali era più adatto il suo ingegno, sicchè parve dotato d'una speciale facoltà divinatrice. Si potrebbe dire che la Natura avesse voluto favorire quest'uomo, che nessuna delle superbe scuole scientifiche poteva vantare come proprio allievo e gli avesse rivelato parte dell'arcano magistero, con cui essa ordina e dirige i fenomeni fisici, tanto egli procedeva sicuro dove gli altri brancolavano nelle tenebre e poneva pronte le mani su ciò, che era sfuggito ad una serie d'illustri ricercatori.

Chi guarda da vicino il modo, in cui quest'uomo singolare operava, vede com'egli, preso a considerare un soggetto, lo esaminava con pertinacia da tutti i lati, lo volgeva, per così dire, e lo rivolgeva nelle sue mani per conoscerne ogni parte più nascosta e vi meditava sopra senza posa. Nello studiare un fenomeno lo faceva avvenire in tutte le condizioni più disparate, usando un gran numero di sostanze diverse. Libero, com'era, dai freni delle scuole non s'arrestava innanzi alle supposizioni più ardite, più lontane dal modo comune di pensare e le metteva alla prova dell'esperienza e, ancorchè deluso, vi tornava sopra con nuovi metodi, con sempre fresca energia.

Alcuni principii generali gli servirono di guida costante nelle sue indagini e prima fra tutte l'idea, che le varie cause fisiche, cui attribuiamo i fenomeni, sieno forme diverse d'un'unica causa.

Questa comune provenienza doveva nel pensiero del Faraday dare origini a molte relazioni tra i fenomeni prodotti da cause diverse, relazioni, ch'egli si adoperò durante tutta la sua vita a scoprire.

La scoperta dell'azione del magnetismo sulla luce da lui fatta nel 1845 gli recò, com'egli disse, particocolare soddisfazione, perchè gli porse una verificazione del principio generale riferito più sopra. Lungamente e inutilmente cercò il Faraday qualche prova d'una relazione ch'egli supponeva esistesse, guidato dal principio medesimo, tra la gravitazione e la elettricità.

Spesso anche procedette appoggiandosi al principio di analogia e a quello di reciprocità. La sua prima grande scoperta, quella dell'induzione magnetoelettrica, provenne, si può dire, da tutti e tre i grandi principii generali, che guidavano l'opera sua. Il principio dell'unità delle cause fisiche lo condusse a cercare il modo d'ottenere elettricità mediante il magnetismo. Il fenomeno d'induzione eletrostatica gli suggerì per analogia la possibilità dell'azione d'un circuito percorso da corrente sopra un altro circuito chiuso. Infine dal fenomeno della magnetizzazione gli venne per ragioni di reciprocità l'idea che a sua volta una calamita producesse qualche effetto sopra un circuito chiuso. Questi due principii, suggerirono al Faraday la forma del tentativo che il primo principio lasciava indeterminata. Essi non ebbero in quel caso l'applicazione che il Faraday credeva, non lo guidarono cioè a scoprire l'esistenza di un'azione costante prodotta da un campo magnetico

sopra un circuito chiuso, ma lo condussero fin da principio tanto vicino al fenomeno dell'induzione magneto-elettrica, che, se questo gli sfuggì per due volte, apparve alla terza agli occhi dell'indefesso investigatore.

Nessun fisico fece un numero così grande d'importanti scoperte quante egli ne fece. Eppure molti suoi tentativi, forse più numerosi che i fortunati, non ebbero esito buono. Molte scoperte, che il Faraday tentò invano, furono fatte da altri in tempi più prossimi a noi. Il fatto prova ch'egli, guidato sempre, com'era, da idee teoriche, aveva giustamente veduto nell'intima essenza delle cose e che solo la debolezza dei mezzi o l'imperfezione degli strumenti o anche in qualche caso la cattiva scelta del metodo era stato d'ostacolo alla riuscita.

Nel 1845 il Faraday indagò se un campo magnetico agisse sopra una lamina metallica sottilissima così da modificarne la luce che attraversasse quella lamina. Un tal fatto per metalli fortemente magnetici fu poi trovato dal Kundt.

Esaminò pure se una lamina di ferro magnetizzato producesse qualche speciale effetto sulla luce ch'essa rifletteva. Questo fenomeno fu scoperto più tardi dal Kerr. Un altro fenomeno pure cercato invano dal Faraday e trovato dal Kerr è quello delle modificazioni della luce, la quale attraversi corpi dielettrici assoggettati ad induzione.

È noto che anche un fenomeno simile a quello dello Zeeman venne cercato invano dal Faraday.

Nel § 1630 delle sue « Exp. Researches » questi accenna pure ad una esperienza che avrebbe potuto forse condurlo a scoprire il fenomeno termoelettrico che porta il nome del Thomson.

Che la costante dielettrica di certi isolanti cristalizzati sia diversa in direzioni diverse fu trovato dal Boltzmann e ricercato invano dal Faraday, com' egli racconta al § 1689.

Scoperto un fatto, anche di capitale importanza e tale che si poteva prevederne grandissime applicazioni, siccom' era quello dell' induzione magnetoelettrica, il Faraday non s' affrettò a pubblicarlo, ma prima studiò il fenomeno sotto ogni aspetto, non solo in sè, ma anche nelle attinenze, ch' esso poteva avere con altri fenomeni già conosciuti. Si mostra in ciò, come in ogni altro suo atto, lo scienziato che ama più la verità che la propria gloria o il guadagno.

È poi notevole che il Faraday dopo aver fatto così grande scoperta qual era quella che permetteva di ottener correnti elettriche senza pila, abbia lasciato ad altri la cura di costruire apparecchi atti alla pratica produzione delle correnti. Però con soddisfazione profonda vide negli ultimi anni della sua vita l'applicazione delle macchine magnetiche all' illuminazione dei fari e con grande assiduità e sollecitudine curò quegli esperimenti.

La vita del Faraday, benchè semplice e tranquilla, si presta bene ad uno studio biografico grazie alle memorie, che di lui son rimaste nella copiosa corrispondenza e nelle testimonianze degli amici. Tali memorie vennero amorosamente raccolte nei bei libri di Bence Jones, del Gladstone, del Tyndall, di Silvanus Thompson. In essi il nobile carattere dell' uomo grande e virtuoso e l' opera sua di scienziato attraggono la nostra attenzione più che non farebbe una vita avventurosa. Ad ogni pagina incontriamo un ammaestramento, un consiglio, un esempio.

Nei primi dieci capitoli ho considerato l' uomo più che lo scienziato con l' intento di farlo conoscere e di farlo amare : nell' ultimo parlo dell'opera scientifica del Faraday cercando di ritrarre quanto v' era in lui di suo proprio nel modo di considerare i fenomeni piuttosto che trattenermi nella descrizione dell' esperienze.

Le opere biografiche intorno al Faraday, che ho sopra citate, sono eccellenti, ma mi parve opportuno che anche in Italia si pubblicasse un libro dedicato alla memoria d' un uomo, nel quale i giovani hanno tutto da ammirare, l' operosità, l' ingegno, la modestia e la bontà.

Opere che verranno spesso citate nelle pagine seguenti:

BENCE JONES. — Life and Letters of Michael Faraday.

GLADSTONE J. H. — Michael Faraday. London, Macmillan and Co., 1874.

TYNDALL J. — Faraday as a Discoverer.

THOMPSON P. SILVANUS — Life and Work of M. Faraday.

KAHLBAUM G. W. A. and DARBISHIRE FRANCIS V. — The Letters of Faraday and Schönbein 1836-1862. Bâle and London 1899.

Capitolo I.

Nascita. — Famiglia. — Prima scuola. — Diventa garzone di cartolaio e legatore di libri. — La setta dei Sandemaniani — I primi libri di studio e le prime esperienze. — Madama Marcet. — Le lezioni del prof. Tatum. — Le lettere dell'Abbott. — — M.r Masquerier. — Il Faraday assiste alle lezioni del Davy e lo prega d'accoglierlo nel suo laboratorio.

Michele Faraday nacque il giorno 22 Settembre 1791 a Newington Butts presso Londra. Suo padre si chiamava Giacomo, Margherita Hastwell la madre. Dei quattro figliuoli era il terzo: erano maggiori di lui Elisabetta e Roberto, più giovane Margherita.

Il padre era fabbro, abile nell'arte sua, ma povero e di mal ferma salute, sicchè a campare e tirar su i figliuoli ebbe a stentare assai.

Nessuno degli antenati o parenti di Michele Faraday lasciò memoria d'ingegno singolare. Così ebbe a dire egli stesso al Tyndall che l'interrogò su questo proposito.

Quando il Faraday nacque, la famiglia era venuta da poco tempo a Londra lasciando il piccolo villaggio di Clapham nella contea di York. Cinque anni dopo la famiglia si trasferì alla via Jacob's Well Mews, presso Manchester Square e vi rimase tredici anni.

Tutta l'istruzione che Michele Faraday ebbe nelle scuole non andò più in là del leggere, dello scrivere e delle prime nozioni di aritmetica. La maestra che gli

aprì la via del sapere, era severa e stizzosa. Ella non voleva persuadersi che il fanciullo avesse tanta difficoltà a pronunciare la *r* quanta ne mostrava, e pensava che egli esagerasse questo difetto per farla arrabbiare. Un giorno, montata in furia perchè Michele avea chiamato Voberto suo fratello anzichè Roberto, ella mandò quest' ultimo a cercare una verga, con la quale si sentiva sicura di rendere perfetta la pronunzia del povero Michele. Roberto indignato andò invece a raccontare la cosa alla madre, la quale sottrasse per sempre al potere della crudele maestra i due ragazzi. Così il corso degli studi regolari e ufficiali di Michele Faraday fu chiuso.

Qual triste memoria gli rimanesse di quella scuola si può arguire dalle parole seguenti, ch' egli scrisse molti anni dopo, nel 1817, nel suo libro di note: « È incalcolabile il cumulo degli affanni che tormentano i ragazzi dai 6 ai 16 anni. Essi superano i dolori prodotti da qualunque altro male, che infesti la terra. La sferza e il bastone lavorano continuamente. Gli strilli dei fanciulli risuonano da un capo all'altro d' Europa ».

« Un giornale tedesco annunciò recentemente la morte d' un maestro di scuola della Svevia che per 51 anno aveva diretto un grande istituto con antica severità. Facendo un calcolo approssimato desunto dalle sue osservazioni uno degli assistenti di quel buon uomo asserì che questi nell'esercizio del suo ministero doveva aver dato 911500 colpi di bastone, 121000 frustate, 209000 condanne a prigione, 136000 colpi di stecca, 102000 pugni sul capo. Quanti dolori prodotti da un cattivo educatore! »

Siamo condotti a credere che Mr. Creakle, il maestro di Davide Copperfield, abbia realmente esistito quale il Dickens ce lo descrive.

Nel periodo che corse dalla repentina sospensione degli studi fino al tredicesimo anno, pare che gran parte

del suo tempo passasse il Faraday giocando con i compagni sulla pubblica via.

Il caso di lui può dunque servire di buon argomento a chi sostiene che non conviene costringere i fanciulli nei primi anni allo studio e anche, si può aggiungere in via di celia, a chi dice che la migliore scuola di questo mondo è la strada.

Nel 1804 si pensò a fargli imparare un mestiere ed egli fu collocato presso il sig. Giorgio Riebau libraio e cartolaio, che aveva un negozio lì presso in Blandford Street, e aveva fama d'uomo colto e anche un po' dedito all'astrologia.

Il ragazzo ebbe dapprima l'ufficio di portare ogni mattina di casa in casa i giornali che il suo padrone inviava ai clienti. Era un giovinetto vivace con una zazzera nera, che correva per le vie di Londra col suo fascio di giornali sotto il braccio. Parecchi di quei clienti ricevevano il giornale a prestito e il ragazzo doveva andare a riprenderlo alla sera. Questo ufficio l'occupava quindi per gran parte del giorno.

Il Faraday ricordò poi sempre quel suo primo mestiere e per tutta la vita serbò una gran simpatia per i ragazzi venditori di giornali.

Alla domenica egli cercava di compiere più presto i suoi doveri per andare a casa a tempo e accompagnare i genitori alla chiesa. Questi appartenevano ad una piccola setta detta dei Sandemaniani, la quale s'era staccata dalla chiesa presbiteriana scozzese intorno alla metà del secolo decimottavo. In quell' epoca un pio ministro della chiesa presbiteriana scozzese, di nome John Glas, deplorando le condizioni della sua chiesa, cominciò a predicare che bisognava ritornare ai puri insegnamenti di Cristo e degli Apostoli, separare la chiesa dallo Stato, credere e praticare ciò che sta scritto nella Bibbia, nulla

più e nulla meno. Questi principii non garbarono ai pezzi grossi della Chiesa scozzese, i quali punirono il Glas. Ne seguì che si formarono parecchie piccole chiese dissidenti in varii punti della Gran Bretagna e tra queste fu quella fondata da Roberto Sandeman genero del Glas.

La setta Sandemaniana non aveva preti pagati; vi facevano l'ufficio di pastori gli anziani. Una volta alla settimana i Sandemaniani s' adunavano e, oltre che alla preghiera e ai sermoni, l'adunanza era destinata a discutere intorno alle opere di carità. Notevole era in essi l'astensione da ogni propaganda, e da ogni festa mondana, l'austera morale, e la confessione palese innanzi a tutta la comunità. I loro matrimoni si compivano con persone della stessa setta. Una delle loro massime era l'aiuto scambievole, sicchè parevano una gran famiglia. Ogni dissenziente veniva invitato a lasciare la Comunità. Chi ne fosse stato bandito per qualche colpa, poteva venir accolto nuovamente, se pentito, ma il perdono non veniva accordato che una volta sola. In tutto non erano più di duemila.

Questa congregazione ai tempi del Faraday si distingueva per la nobiltà del carattere e per lo spirito di fraternità dei suoi adepti. Il Faraday fin da bambino si trovò in mezzo ad essi e non solo rimase fedele alla piccola setta per tutta la sua vita, ma ne fu zelante fautore e per due volte v'ebbe l'ufficio di anziano e di oratore.

Dopo un anno di prova nel negozio del Riebau il ragazzo venne assunto come apprendista. Doveva imparare l'arte del legar libri e il commercio della carta e dei libri. Di salario non si parlava, ma in considerazione dei buoni servigi prestati fino allora egli non era tenuto a pagar nulla al padrone.

Suo padre scriveva di lui in quel tempo (1809):

« Michele fa il legatore di libri e il cartolaio, e impara quel mestiere con amore. Ha dei buoni padroni e si trova bene. Per qualche tempo la vita gli fu un pò dura, ma ora, come si dice, egli ha tirato la testa fuori dall'acqua, chè ora ha due ragazzi sotto di sè ».

Il giovine operaio leggeva le opere che fra tutte quelle, che gli passavano per le mani, avevano qualche attrattiva per lui. Furono fra queste le « Esperienze sulla elettricità » del Lyon e le « Osservazioni sul modo di stabilire i principii della Chimica » del Boyle. Un libro del Watts « Sul perfezionamento dell'intelletto », gl' insegnò, com'egli disse, a pensare: un articolo della Enciclopedia britannica gli diede la prima idea della scienza ch' egli doveva poi tanto contribuire a promovere. Egli stesso narrò che fra tutti i libri scientifici che gli erano venuti in quei tempi fra mano, uno dei più graditi era stato quello della signora Marcet intitolato « Conversazioni sulla Chimica ». Questa signora Marcet era una ginevrina, il cui padre, che si chiamava Heldimand, aveva preso dimora a Londra. Ella ebbe una singolare attitudine a scrivere popolarmente di scienza. Oltre alle Conversazioni sulla Chimica, altre ne scrisse sull'Economia politica, sulla Fisica, sulla Fisiologia vegetale. Era nata nel 1785 e morì nel 1858. Quando il de la Rive diede notizia della morte di lei al Faraday, questi gli rispose così:

« La notizia, che mi avete data, m' ha rattristato molto perchè mad.[a] Marcet era per me una buona amica, come dev' essere stata certo per molti. Allogatomi presso un libraio a 13 anni come garzone, per otto anni non feci che legar libri. I miei studi cominciarono allora, con que' libri, nelle ore di riposo, e due opere mi furono utili sopra tutte, l' Enciclopedia britannica, dove

trovai le prime nozioni intorno alla elettricità e le « Conversazioni sulla Chimica » di mad.[a] Marcet, che m'iniziarono in questa scienza prediletta. Non pensate ch'io fossi un fanciullo precoce. L'imaginazione era viva ed ero egualmente disposto alle « Mille ed una notte » e all' « Enciclopedia ». Ma i fatti vinsero. Mi piaceva ripetere le esperienze che vedevo descritte e quando riuscivo a verificare con i miei meschinissimi arnesi alcune delle cose, che avevo lette, me ne rallegravo pensando che avevo capito bene. Di qui la mia grande venerazione per mad.[a] Marcet, e per le cognizioni che le dovevo e perchè ella aveva saputo far comprendere i principii della scienza ad una mente incolta come la mia. »

« Vi potete imaginare quanto fui lieto di conoscere più tardi mad.[a] Marcet di persona. Parlando con lei pensavo ai miei primi anni. Quante volte mandandole un mio scritto in attestato di gratitudine ricordai i suoi primi insegnamenti ».

Parecchi libri legati dal Faraday si conservano alla « Royal Institution », insieme con molti documenti che lo riguardano, come i registri di laboratorio di lui stesso e del Davy, i suoi libri di note, le memorie che prendeva nel prepararsi alle lezioni e molte lettere di sua mano. Dopo la morte di lui la vedova donò tutto ciò a quell'Istituto conforme al desiderio di lui. Anche la macchina elettrica, ch' egli costruì con le sue mani mentre era garzone presso il Riebau, si conserva colà. Sir James South, che fu ammiratore fervente del Faraday, riuscì a comperarla e la donò alla « Royal Institution ».

Fra le doti più ammirevoli del Faraday fu la vera e schietta modestia, la quale, vincendo ogni seduzione, si mantenne in lui per tutta la vita, esempio raro anche tra i più eminenti scienziati. Egli parlava spesso

delle sue umili origini e visitava volentieri i luoghi dov' erano trascorse la sua infanzia e la sua adolescenza in condizioni ben diverse da quelle che l' ingegno e le virtù sue meritavano, ma confortate da coraggiosi propositi e dalla speranza.

Visitò una volta l' antica bottega di suo padre. Raccontò allora a chi l' accompagnava che un giorno egli stava giocando in una stanza del primo piano presso la scala e propriamente si provava a gettare dei soldi entro una ciotola. Per un foro aperto nel pavimento la scala scendeva nella bottega di sotto. Ritraendosi per lanciare il soldo a distanza maggiore il ragazzo cadde giù per il foro della scala. Sarebbe caduto sull'incudine e forse sarebbe rimasto morto sul colpo, se il corpo del padre, che stava lavorando lì sotto, non avesse smorzato l' urto.

Racconta il Tyndall che una sera del 1850, o lì presso, il Faraday lo volle condurre nella bottega che era stata già del Riebau, dov' egli aveva passato gran parte della sua gioventù. Il Faraday, uscendo dalla « Royal Institution », prese il braccio del Tyndall e premendolo sul suo petto in quel modo affettuoso che gli era proprio: « Venite con me — gli disse — voglio mostrarvi qualche cosa che avrete piacere di aver veduto ». Giunti in Blandford Street il Faraday si fermò innanzi ad una bottega di cartolaio. « Guardate — egli disse — è lì in quel cantuccio che lavorai come legatore di libri ». Una rispettabile matrona stava al banco. Il Faraday entrò con l'amico e per dare qualche ragione alla sua visita chiese di comperare qualche cosa e pregò la signora di dirgli i nomi dei suoi predecessori. La signora pronunciò due nomi, « Non ci siamo ancora — disse il Faraday — e prima chi c' era ? » « Prima c' era il signor Riebau », e dopo una breve pausa ella aggiunse

« fu lui il maestro di *sir Carlo* Faraday ». « Lei s'inganna, — disse il Faraday — non v' è alcuno che si chiami così ».

La signora si rallegrò tutta quando il Tyndall le disse il nome dell'illustre visitatore. Ella soggiunse che, appena questi aveva aperto la porta, aveva sentito, non sapeva come, che quel signore doveva essere *sir Carlo* Faraday.

Quel luogo, oltre che per le memorie dei primi suoi studi, gli era caro perchè vi aveva conosciuto persone buone e valenti. Il padrone stesso era un ottimo uomo, che aveva preso a volergli bene. A lui, anche dopo molto tempo dacché s'erano lasciati, il Faraday si professava affezionato e riconoscente. Nella bottega poi convenivano degli amici del Riebau che appresero a stimare il giovane operaio.

Un giorno in quel tempo il Faraday vide affisso in Fleet Street un avviso di lezioni serali che dovevano venir date in Dorset Street dal prof. Tatum. Bisognava pagare uno scellino per volta. Roberto ch'era diventato maniscalco, fornì il danaro. Dal Febbraio 1810 al Settembre 1811 il Faraday udì in tal modo una dozzina di lezioni. Egli ne scrisse dei sunti accurati con molte figure, che rappresentavano gli apparecchi. Legate queste note in quattro volumi, le presentò al sig. Riebau con una dedica che diceva così :

« Quando io cominciai a mostrare predilezione per la scienza, voi gentilmente prendeste a cuore i progressi che io facevo nello studio e mi deste modo di leggere tutti i libri che ne trattavano.»

« A voi quindi io son debitore di quel poco che so, a voi devo essere riconoscente. Sono inesperto nell'adulare e non so esprimere i miei sentimenti che in un modo semplice, ma sincero. »

« Permettetemi quindi di ringraziarvi così per i molti favori che ricevei dalle vostre mani e per mezzo vostro e credetemi

vostro riconoscente e obbediente servitore

M. Faraday »

L'aver potuto assistere alle lezioni di Tatum giovò grandemente al Faraday, non solo perchè egli aumentò le sue cognizioni, ma anche perchè vi strinse amicizia con alcune persone buone, che furono suoi amici fedeli per tutta la vita. Fra questi era Beniamino Abbott, un giovine quacchero, ch'era scrivano privato in una casa commerciale ed aveva un anno e mezzo meno del Faraday. L'Abbott aveva avuto una buona istruzione; gli piacevano gli studi fisici e chimici: egli era tenuto dal Faraday per molto più dotto di lui.

Prima ancora di lasciare la bottega del Riebau il Faraday cominciò con l'Abbott una corrispondenza epistolare, che durò per parecchio tempo. Non potendo stare insieme che raramente, i due giovani si comunicavano in quel modo i loro pensieri su tutte le questioni che attiravano la loro attenzione. L'Abbott, prevedendo forse che l'amico suo sarebbe salito ad altissimi gradi, conservò le lettere che aveva ricevute da lui, e queste furono in gran parte pubblicate dal Dott. Bence Jones. Pare impossibile a chi le legge che l'autore di esse fosse un povero garzone d'un legatore di libri, al quale non era stata data altra istruzione eccetto quella d'una misera scuola di bambini!

Molto tempo dopo, quando l'Abbott era vecchio, soleva raccontare che le prime esperienze di chimica del Faraday erano state fatte nella cucina di casa sua e che dalla tavola di quella stessa cucina il futuro illustre professore aveva fatto le prime prove di lezione,

Nella casa stessa del Riebau abitava un pittore francese chiamato Masquerier, che aveva assistito alle sanguinose vicende della rivoluzione, correndovi gravi pericoli, e poi s'era rifugiato a Londra. Tra gli uffici assegnati al Faraday era anche quello di spazzare la camera del pittore e dare il lustro alle scarpe di lui. Questi prese a voler bene al giovanetto, l'addestrò a disegnare degli apparati scientifici e gli prestò dei libri fra i quali era la prospettiva del Taylor, che il Faraday studiò copiandone le tavole. Ma un altro frequentatore della bottega del Riebau fece molto di più per lo studioso operaio, anzi gli aprì la via che lo condusse alla gloria. Fu questi il sig. Dance, che era membro della « Royal Institution ». Il Faraday stesso così racconta il fatto ne' suoi cenni autobiografici: « Mentre io ero garzone di cartolaio la bontà del sig· Dance mi procurò il modo di assistere a quattro lezioni di sir H. Davy. Fu nei giorni 29 Febbraio, 14 Marzo, 8 e 10 Aprile del 1812. Durante le lezioni presi molte note, che mi servirono poi per iscrivere le lezioni aggiungendovi delle figure disegnate quanto meglio potevo. Il mio desiderio d'avere un ufficio scientifico, fosse anche bassissimo, mi infiammava talmente, che, inesperto, com'era del mondo, ed ingenuo, io, povero garzone d'un legatore di libri osai scrivere a sir Giuseppe Banks, che era allora presidente della Società reale. Naturalmente quando andai dopo un pò di tempo a chiedere al portinaio se c'era qualche risposta per me, fui congedato con le parole « Non c'è niente ».

Al 7 Ottobre del 1812 scadevano gli impegni del Faraday con il Riebau. È dell'aprile di quell'anno la prima lettera all'Abbott, dalla quale tolgo alcune frasi per dare un'idea del grado d'istruzione, che il Faraday aveva già raggiunto.

«Isacco Watts, grande in tutti i metodi relativi all'apprendere, raccomanda la corrispondenza epistolare come mezzo efficacissimo d'istruzione. E v' è un altro esempio che non va dimenticato, quello di lord Chesterfield, e delle lettere a suo figlio. Io non approvo i principii, cui sono ispirate le lettere di lord Chesterfield, ma mi accordo con lui intorno all' utilità della corrispondenza epistolare....»

« Ho fatto in questi giorni alcune semplici esperienze sul galvanismo, puramente per chiarire a me stesso i primi principii della scienza. La prima pila che costruii, aveva l' enorme numero di sette dischi e ciascuno aveva l' enorme grandezza d' un soldo. Ho decomposto con essa il cloruro di sodio, il solfato di magnesio, il solfato di rame, l' acetato di piombo, e ho anche creduto d' aver decomposto l' acqua, ma la corrente dopo breve tempo s' è arrestata. Ho attribuito di primo tratto la cosa ad indebolimento della pila, ma in fatto di scienza non bisogna fidarsi delle supposizioni. Presa dell' acqua nuova, ho visto che si decomponeva dapprincipio, ma che poi l' effetto cessava. Probabilmente l' acqua, contenendo acido cloridrico e carbonico dà origine a sali quando viene a contatto dei tubi di ferro e di piombo. »

E il giorno dopo scriveva: « Sono in un periodo di tristezza. Avrei avuto una buona occasione e non ho potuto approfittarne, perchè son troppo ignorante. Se sapessi un po' più di Meccanica, di Matematica, di Disegno, come forse ne so di qualche altra scienza, avrei potuto avere un buon posto, e qui a Londra, con 500, 600, 700, forse 800 sterline all'anno. Ahimè ! ho perduto tutto ciò per la mia inettitudine. Voglio venire e chiederti un consiglio. Mi sarebbe molto utile la conoscenza delle macchine a vapore e di ciò che ha at-

tinenza al ferro. Ma la carta è finita, la penna consumata e quindi buon giorno! »

Lasciato il negozio del Riebau, il Faraday passò come operaio presso un legatore di libri, certo de la Roche, emigrato francese, che aveva negozio in King-Street. Costui era di modi aspri e violenti e dava molta noia al suo garzone, benchè nel tempo stesso lo esortasse a restare con lui, promettendogli anche di farlo suo erede. Malcontento, com' era, del suo nuovo stato, il Faraday s' accese sempre più del desiderio di darsi agli studi.

Scrisse in quel tempo alcune lettere all'Abbott dalle quali traggo questi frammenti:

« Questa mattina ebbi occasione di osservare i movimenti singolari della canfora sull' acqua. Non te ne parlerei se non pensassi che l'effetto fosse prodotto da elettricità e che tu potresti farne oggetto di studio. Mi pare che una scienza possa progredire tanto con l'esame di questi fenomeni, quanto con quello d' altri speciosi. I fenomeni son molto numerosi, ma non sappiamo classificarli, e molti si trascurano perchè paiono senza importanza; pure dovremmo pensare che la caduta d' un pomo condusse il Newton alla scoperta della gravitazione.... »

« Dissento da te quando dici che bisogna risolvere una questione prima d'imprendere lo studio d' un' altra. A me le idee sipr esentano spesso improvvise alla mente e le perdo per sempre se non le trattengo e le scrivo. Mi imagino che avverrà lo stesso a te e che anche a te il differire ogni altra considerazione fino a che la questione, che stai studiando, non è risolta, farebbe perdere tutte le altre idee, che ti si presentassero in quel periodo di tempo ».

Incoraggiato dal Dance egli scrisse una lettera al

Davy esprimendogli il suo vivo desiderio di darsi alla scienza e inviandogli il manoscritto delle quattro lezioni, ch' egli aveva udite. Di questa domanda tratta la seguente lettera scritta dal Gassiot al Tyndall tanti anni dopo:

« Mio caro Tyndall. Sir H. Davy, quando andava alla « Royal Institution », soleva trattenersi presso il sig. Pepys, che fu uno dei primi amministratori di quel-l' Istituto. Ora il Pepys mi raccontò che un giorno il Davy tenendo una lettera in mano, gli disse: « Pepys, datemi un consiglio. Ecco qui una lettera d' un giovane, che si chiama Faraday, che assistette alle mie lezioni e mi domanda un posto alla « Royal Institution ». « Devo dirgli di sì ? » « Ditegli di sì — rispose il Pepys — Dategli delle bottiglie da risciacquare. Se è buono a far qualche cosa, si presterà volentieri : se rifiuta, non vale un quattrino ». « No, no — disse il Davy — bisogna dargli da fare qualche cosa di meglio. . . . . »

La lettera che segue, è quella che il Davy inviò al Faraday in risposta alla domanda fattagli :

Al sig. P. Faraday
188 Weymouth Street - Portland Place

24 Dicembre 1812

Signore

Io fui tutt' altro che offeso dalla prova di confidenza che voi mi avete dato. Essa mi fa anzi fede del vostro zelo, della vostra memoria e della vostra attenzione. Devo in questi giorni lasciare la città e non ritornerò per prendervi dimora stabile prima della fine di Gennaio. Allora potrete parlarmi quando vi piacerà. Sarò contento se potrò esservi utile in qualche modo.

Credetemi

vostro dev.mo
H. Davy

Capitolo II.

Sir Humphry Davy. — Colloquio di lui col Faraday. — Questi entra alla « Royal Institution ». — Suoi obblighi. — Esperienze chimiche pericolose. — La « City Philosophical Society ». — Viaggio sul continente.

Il Davy era allora all' apogeo della sua gloria e nel fiore dell' età. Era nato nel 1778 da famiglia non ricca e alla morte del padre s' era allogato come assistente presso un chirurgo del suo paese, a Penzance. Ben presto si spiegò in lui una viva propensione per la Fisica e la Chimica. Le sue prime esperienze di Chimica furono fatte in una soffitta in casa del suo amico Tonkin e più volte gli scoppii che vi succedettero, sgomentarono la famiglia, che dava ospitalità all' audace scienziato.

Passato a Bristol presso il Dott. Beddoes, che vi teneva un istituto terapeutico, vi studiò le proprietà del protossido d'azoto e i fenomeni galvanici. Nel Marzo del 1801 era entrato come supplente alla « R. Institution » per insegnarvi la Chimica e il 25 Aprile vi aveva teuuto la sua prima lezione. Parlò dei fenomeni galvanici. Assistevano sir Giuseppe Bauks presidente della Società Reale, il conte di Rumford ed altri insigni scienziati. Il successo fu ottimo e l' anno dopo il Davy era professore titolare.

Pare che questi sin da quando era a Bristol tentasse di decomporre la potassa con la corrente voltaica,

Qualche tentativo di tal genere aveva anche fatto l'Henry di Manchester, l'amico e collaboratore del Dalton. Benchè distratto da molti incarichi il Davy continuò a Londra i suoi studi sugli effetti chimici della elettricità. Fu il 19 Ottobre 1807 che applicando la corrente voltaica alla potassa, egli ottenne buon esito. Dopo aver continuato per un mese le sue esperienze, egli diede conto della sua grande scoperta nella conferenza Bakeriana di quell' anno.

Così egli descrisse la famosa esperienza:

« Un piccolo pezzo di potassa pura, che era stato esposto all' aria per pochi secondi affinchè divenisse conduttore sulla superficie, fu posto sopra un disco isolato di platino congiunto col polo negativo d' una pila di 250 lamine. Un filo di platino congiunto col polo positivo fu portato in contatto con la superficie superiore del pezzo d' alcali... Si vide tosto un grande effetto. La potassa cominciò a fondere in ambidue i punti di contatto. Una violenta effervescenza si produsse all' estremità superiore. Di sotto non si sviluppò nessun gas, ma comparvero dei piccoli globuli d'una lucentezza metallica, simili al mercurio. Alcuni bruciarono con iscoppio e fiamma viva, altri rimasero, ma si coprirono di uno strato bianco. Simili effetti s' ebbero con la soda; solo fu necessario usare una pila di maggior forza o ridurre l' alcali in pezzi minori e più sottili ».

Quattro giorni dopo quel suo trionfo il Davy fu colto da grave e lunga malattia, che per qualche tempo fece disperare della sua vita.

Dicono che il Davy non piacesse di primo tratto, che la sua voce fosse sgradita, che i suoi modi non gli conciliassero la benevolenza di chi parlava con lui per la prima volta, ma quale professore, aveva doti singolari. Era chiaro, vivace, piacevole nel discorso ed ese-

guiva mirabilmente gli esperimenti. Per ciò e per la potenza dell' ingegno e per la celebrità che gli avevano dato le sue scoperte, era grandemente stimato a Londra e desiderato dalla più eletta società. Egli vi frequentava i più eleganti ritrovi.

Gli onori e la ricchezza non mancarono al Davy. Nel Novembre 1810 egli diede a Dublino un corso di lezioni, per il quale ebbe 13000 franchi di compenso. Per un altro corso fatto l' anno dopo n' ebbe 18000.

Nell' Aprile 1812 sposò Mrs. Appreece, la quale era figlia ed erede di sir Carlo Kerr di Kelso ed era molto ricca.

Nel primo colloquio, che il Faraday ebbe col Davy, questi parlò al giovinetto di un posto d' assistente nel suo laboratorio, che avrebbe potuto restar libero fra breve, ma nel tempo stesso, come narrò il Faraday in una lettera al Dott. I. A. Paris, lo consigliò a non abbandonare interamente il mestiere, al quale si era avviato. « La scienza — gli disse — è una cattiva padrona, che paga molto male i suoi servi ». Egli sorrise quando il Faraday gli palesò l' opinione che gli uomini di scienza avessero sentimenti più nobili ed alti che il resto della gente e gli disse che su questo punto l' esperienza di pochi anni l' avrebbe fatto ricredere.

Bastò quel breve colloquio perchè il Davy comprendesse i pregi del giovinetto ed egli se ne accertò nell' occasione che essendosi ferito ad un occhio in una delle sue ardite esperienze, prese il Faraday per qualche giorno come segretario. Questi tornò poi a lavorare presso il suo bisbetico padrone, ma, poco dopo essendo rimasto libero il posto di cui il Davy aveva parlato, una sera i tranquilli abitanti di Weymouth Street furono sgomentati dall' insolita apparizione dell' elegante carrozza di sir Humphry, che si fermò innanzi

alla povera casa abitata dal Faraday, mentre questi se ne stava con sua madre ed era sul punto di andare a letto. Il servo di sir Humphry lasciò un biglietto che invitava il giovane ad andare il giorno dopo alla « Royal Institution ». Il Davy gli offrì allora il posto di inserviente nel suo Laboratorio con la paga settimanale di 25 scellini e due stanze per alloggio.

Nei registri dell' Istituto si legge a questo proposito:

« Sir Humphry Davy ha l' onore di far noto al Consiglio direttivo che gli è riuscito di trovare una persona, la quale potrebbe assumere l'ufficio, che fu lasciato tempo fa da Guglielmo Payne. Il suo nome è Michele Faraday. È un giovane di 22 anni. Per quanto sir H. Davy sa intorno a lui egli sembra molto adatto all'ufficio. Ha buoni modi, è operoso, gioviale ed intelligente. Egli è pronto ad assumere il servizio alle stesse condizioni del Payne ».

« Decisione (1° Marzo 1813): Michele Faraday avrà il posto del sig. Payne alle condizioni medesime ».

Gli obblighi del Faraday nel suo nuovo ufficio erano questi: « Aiutare i professori nella preparazione delle esperienze e durante le lezioni. Trasportar gli strumenti, che devono venire usati, dalla sala de' modelli al laboratorio e rimetterli al loro posto dopo averli puliti. Indicare al consiglio direttivo i lavori di restauro degli strumenti che gli sembrassero necessari e tenere di ciò apposito registro. Un giorno per settimana pulire tutti i modelli nella sala dove stanno e almeno una volta al mese togliere la polvere dagli strumenti che stan chiusi nelle vetrine ».

Come si vede, l' ufficio era puramente manuale, ma chi l' aveva assunto, mirava molto più in là e sin dal primo tempo, ebbe incarichi più confacenti a suoi me-

riti. Una settimana dopo il suo ingresso alla « R. Institution », l'otto Marzo 1813, egli scriveva così all'Abbott:

« Sono le nove e penso ai discorsi che si faranno in questo momento tanto dal Tatum, quanto alle lezioni di Bedford Street, ma mi pare d'impiegare il mio tempo meglio di quello che farei in quei luoghi. Oggi ho assistito ad una lezione e ci ho posto un dito io stesso. Dico un dito perchè la mano sarebbe troppo, tanto è stata piccola la parte che io ho avuto. Il Powell ha parlato di Meccanica e propriamente del movimento rotatorio. È stata una buona lezione, ma vi era poca gente. »

« So che tu hai piacere di sapere come vanno le cose mie quì dentro: ti dirò quindi che oggi ho estratto dello zucchero da un certo numero di barbabietole e che ho preparato un composto di solfo e di carbonio. É un corpo sul quale i chimici discussero molto in questi ultimi tempi ».

I suoi primi lavori non dovevano essere molto piacevoli, nè senza pericolo. Ciò appare dalla seguente lettera all' Abbott.

9 Aprile 1813

« Un estraneo si riderebbe probabilmente di noi perchè stimiamo necessario di scriverci, benché stiamo insieme tanto spesso: ma colui cadrebbe in errore, come avviene di coloro che giudicano soltanto dalle apparenze..... Noi ci scriviamo a nostro comune vantaggio e siccome io so, o almeno credo, che tu pure desideri che io mi dirozzi alquanto, devi tollerare che io ti scriva delle lettere lunghe. Quando ti scrivo, mi sforzo a descriverti chiaramente qualche cosa, qualche esperienza: vedi dunque che i motivi, i quali mi spingono e scriverti, sono in parte egoistici, ma non biasimevoli. »

« Ti descriverò alcune esperienze sul composto detonante di cloro e di azoto. E posso dirmi fortunato di far ciò, perchè sono sfuggito a quattro successivi e forti scoppii di quella sostanza. Il più terribile avvenne mentre io teneva fra il pollice e l' indice un piccolo tubo che ne conteneva sette grani e mezzo (1). Stavo con la faccia a un piede di distanza dal tubo, ma avevo per fortuna una maschera di vetro. Perchè avvenisse lo scoppio bastò l'urto di un piccolo pezzo di cemento che andò a toccare la superficie esterna del tubo. Lo scoppio fu così impetuoso da farmi aprire la mano, portarmi via un pezzo d'unghia, e conciarmi le dita in modo che non le posso ancora usar bene. I pezzi del tubo furono lanciati con tanta forza contro la maschera di vetro da produrvi delle fenditure.... ».

Dopo che il Davy in un' altra esperienza ebbe una buona ferita alla faccia, pare che si decidesse a lasciare in pace quella pericolosa sostanza. Anche in queste occasioni però il giovine assistente era pieno di allegria e di coraggio : e alla sera si consolava cantando e sonando il flauto.

Convinto, com' era di sapere assai poco, coglieva ogni occasione favorevole per imparare. Era entrato a tal fine in una società detta « City Philosophical Society », composta di 30 o 40 persone, che una volta per settimana si radunavano a discutere cose scientifiche o ad ascoltare conferenze. Era stata fondata nel 1808 dal Tatum.

Ne era segretario un giovine commerciante chiamato Magrath, che divenne uno dei migliori amici del Faraday. Ben presto questi vi acquistò molta autorità.

---

(1) Circa mezzo grammo.

Anche dell' arte del dire e dell' insegnare si dava molto pensiero. Oltre che alle lezioni del Davy egli aveva assistito a quelle del Tatum, del Brande (1), del Powell e aveva accuratamente studiato i loro modi, le loro attitudini speciali e i difetti: osservava con pari attenzione gli effetti prodotti sugli uditori.

« Il Magrath ed io — narra il Faraday — ideammo un disegno di mutuo perfezionamento, facevamo le nostre adunanze o nella mia stanza sotto il tetto della « Royal Institution » o nel negozio di lui in Wood Street. Eravamo una mezza dozzina, tutti della « City Philosophical Society » e una sera per settimana si stava insieme a leggere, criticarci, correggerci, e cercar di migliorarci l'un l'altro nel modo di discorrere e di pronunciare. La disciplina era severa e gli effetti erano molto buoni. La cosa continuò per alcuni anni. »

Nel Giugno del 1813, due mesi dopo aver assunto il suo ufficio, questo singolare inserviente scriveva così:

« La dote, che fra le prime va cercata in un professore, benchè non sia la più importante, è l' attitudine a bene esprimere le proprie idee, perchè bisogna riconoscere che comunque sien grandi le attrattive della scienza e della natura per gli scienziati, la gente in generale non può seguirci per un' ora, se la via non è sparsa di fiori. Per ciò, se si vuole dominare l' attenzione degli uditori (e come non può spiacere la mancanza di questa a chi insegna?) bisogna prestar qualche cura al modo di esprimersi e di parlare. Bisogna che il discorso non sia affrettato, chè non lo si inten-

---

(1) W. T. Brande nacque nel 1788 a Londra. Era di origine tedesca. Fu professore di Chimica nella « R. Institution » e poi direttore della Zecca di Londra. Scrisse un manuale di Chimica, un dizionario di Farmacia e molte memorie.

derebbe, ma lento e preciso, sicchè le idee passino facilmente con chiarezza e prontezza dalla mente di chi insegna a quella di chi ascolta. Un professore deve sforzarsi in ogni modo di acquistare facilità di espressione e l'arte di rivestire i suoi pensieri in un linguaggio che sia dolce e armonioso, ma semplice e facile nel tempo stesso. I periodi non siano troppo lunghi o ineguali: siano compiuti così da esprimere tutto il concetto. I periodi oscuri o incompiuti sono causa di uno sforzo per la mente degli uditori e danno origine a stanchezza, indifferenza e disgusto. Quanto al gestire, benchè ciò non sia così necessario come in altri generi di eloquio, pure alcun che ci vuole, perchè non vorrei avere un maestro incollato sopra una tavola o inchiodato sulla parete. Bisogna che egli sia disinvolto e sereno, pronto e ordinato nel suo pensiero, la mente chiara ed intenta alla contemplazione e alla descrizione del suo soggetto..... Il suo contegno deve ispirare rispetto all' uditorio ed egli non deve mai dimenticare che è innanzi a quello... Fin dal principio della lezione egli deve attirare a sè l' attenzione degli uditori e, senza farlo avvertire, deve cercare di conservarla e a grado a grado aumentarla quanto il soggetto lo richiede. Bisogna che non vi sieno interruzioni, nè digressioni, nè che si lasci modo alle menti degli uditori di volgersi altrove. Bisogna evitare che l' uditorio si stanchi e per ciò disapprovo le lezioni troppo lunghe; un' ora è ciò che va bene e non si dovrebbe mai andare più in là..... »

« Parrà strano e poco conveniente che censuri o lodi gli altri chi non ha attitudine per l' ufficio in questione e non pretende di averla, ma a pensarci bene mi pare che non ci sia poi gran male. Se non ho quella tale attitudine, vuol dire che ho ancora molto da imparare e qual miglior modo d' imparare dell' osservare

ciò che fan gli altri? Se non ci proviamo a giudicare, non riusciremo mai a giudicar bene ed è meglio imparare ad usare il nostro cervello, anzichè lasciarlo nell'ozio ».

Nel Settembre del 1813 il Davy fece al Faraday la proposta di accompagnarlo in un viaggio all'estero che avrebbe forse potuto durare tre anni. Egli aveva ottenuto per questo viaggio uno speciale permesso dall'imperatore Napoleone perchè gli inglesi non potevano allora viaggiare in Francia senza grandi molestie. Il posto, che il Faraday teneva nel Laboratorio, gli sarebbe stato conservato. Egli accettò l'offerta, la quale schiudeva un nuovo mondo a lui che non era mai andato oltre i dintorni di Londra. Così scriveva egli stesso cominciando le sue memorie di viaggio il giorno della partenza, che fu il 13 Ottobre 1813. Egli tenne questo giornale con molta cura con l'intento di serbar memoria delle cose vedute.

«Io non dimenticherò mai, — scrisse egli all'Abbott, — le idee che si affacciarono alla mia mente nei primi giorni. Per me che avevo sempre vissuto in una città come Londra posta in una verde pianura, ogni collina era una montagna, ogni pietra una rupe, ma idee precise non avevo. Pensa qual fu la mia maraviglia, il mio piacere e il profitto che io trassi, vedendo un paese così bello e vario come il Devonshire, dove per la prima volta osservai gli strati, di che si compone il suolo, il granito, il calcare, ed in quei luoghi, dove la mano sempre operante e dovunque ammirabile della natura li pose. Nè io posso esprimere i miei sentimenti, nè tu potresti comprenderli. Il mare fu una fonte di cognizioni e di maraviglie, e avvicinandomi

alle sponde di Francia, quante volte e con qual desiderio volsi gli sguardi al Sud. Quando poi giunsi in Francia credetti d' esser caduto fra i barbari, perchè nè prima nè dopo m' incontrai in una così brutta genia come a Morlaix ».

Questa prima impressione fu ancora inasprita dal fatto che i viaggiatori furono trattenuti in quel paese per cinque giorni finchè le loro carte fossero andate a Parigi e tornate di là.

Nel lasciar Londra il Faraday aveva dovuto far forza all' affetto, che lo legava alla famiglia e agli amici. Suo padre era morto nel 1810. La madre era sempre vissuta con lui ed egli era vivamente affezionato a lei, ai fratelli e agli amici. Questi suoi sentimenti sono bene espressi in una lettera che egli scrisse da Roma alla madre parecchi mesi dopo la sua partenza.

« Ogni mio pensiero è per l' Inghilterra, per la mia famiglia, per i miei amici. É questo il punto, a cui è rivolta la mia mente, al quale i miei occhi son fissi attraverso lo spazio che ci divide. Quando ho un' ora di riposo, la impiego pensando a voi, che lasciai a casa. Se ho qualche dispiacere, mi conforto pensando a voi. Quando non mi sento bene, quando sono stanco, il pensiero de'miei è un balsamo che mi ristora. Queste sono le prime e maggiori dolcezze nella vita d' un uomo... ».

Il giornale di viaggio contiene molte osservazioni, che fanno testimonianza dei suoi sentimenti e delle sue opinioni. Bisogna tener conto di ciò, che son pensieri scritti senza alcuna intenzione di pubblicarli, puramente per ricordare le impressioni del momento. Non deve far quindi maraviglia che vi si trovino dei giudizi non ponderati e qualche volta anche ingiusti.

Riporterò qualche tratto di quel giornale :

« Lunedì 18 Ottobre 1813. La scotsa notte ho potuto vedere le apparenze luminose del mare e me ne son compiaciuto a lungo. Quando la prora tagliava l'acqua, pareva che facesse spuntare un gran numero di corpi luminosi della grandezza d'un pisello all'incirca: ve n'era però anche di più grandi. Pareva che essi lambissero poi i fianchi della nave e alcuni restavano visibili anche alla distanza di qualche metro. Erano luminosi a fior d'acqua e anche sotto, benchè in questo caso lo strato d'acqua interposto assorbisse parte della luce ».

« Parigi 29 Ottobre 1813. Eccomi nel cuore di Parigi..... quel luogo tanto sospirato da tanti miei compaesani. Non so nulla della lingua, non conosco nessuno: per di più costoro ci son nemici e sono superbi. Non posso far altro che girare per la città, come in una catacomba, ma queste son mummie che si movono e guardano. Bisogna che mi sforzi d'imparare il linguaggio e mescolarmi con loro ».

« 30 Ottobre 1813. Oggi ho veduto la Galleria Napoleone, ma non so che dirne. Essa è la gloria e il disonore della Francia. Certo essa attesta il poter dell'uomo e ne segna il massimo grado di perfezione, ma quando si pensa ch'essa è frutto di violenze e di rapine, la si deve considerare come una macchia per il popolo, che si vanta di atti che lo qualificano come una nazione di ladri ».

Erano allora a Parigi l'Apollo del Belvedere, la Venere dei Medici, il Gladiatore morente e tanti altri capolavori tolti ai nostri musei.

« Martedì 9 Novembre. Sono andato oggi alla *Prefecture de Police* per un passaporto, perchè solo chi abita Parigi ed è registrato come tale, può farne senza. L'edificio sta presso il fiume, un enorme edificio dove

non ho potuto trovare ciò che cercavo se non pagando una guida. Sono entrato in una gran sala, dove stava una ventina di scrivani con dei libracci immensi innanzi ad essi. C' era molta gente che era venuta lì, come me, per chiedere il passaporto. Il mio era un caso strano e ha attirato subito molta attenzione, perchè, salvo quello di sir H. Davy, nessun altro passaporto d' inglese stava segnato nei libri. Un americano lì presente, quando ha veduto dare un passaporto ad un inglese, non voleva credere ai suoi occhi, e avrebbe voluto saperne di più. Dopo aver messo un numero sul passaporto e avermi descritto nei libri con mento rotondo, barba nera, bocca grande, naso lungo, ecc. mi hanno dato la carta e mi hanno lasciato andare..... In quella carta si esortano le autorità a far sì che la persona, cui è stata data, sia rispettata e protetta, ma ciò che mi piace di più, come prova di grande liberalità, è l' articolo, con cui allo straniero, come quello che può disporre di poco tempo, si concede libero accesso in qualunque giorno agli edifici dello Stato, come biblioteche e musei, ai quali il pubblico non è ammesso che tre volte per settimana ».

« Domenica 13 Novembre. Sono entrato stamattina in alcune chiese, ma non ho potuto trattenermi a lungo. Era del resto improbabile ch' esse piacessero a me eretico e privo di buon gusto. Alcune sono vastissime e ben decorate, specialmenie sugli altari. Oro in abbondanza e quadri di buoni autori. Si dicevano delle messe, anche due e più nella stessa chiesa e nel tempo stesso. V' era molta gente, ma i più mi parevano curiosi. V'era un' aria da teatro e mi pare impossibile che in tali luoghi possa regnare un profondo sentimento ».

« Martedì 23 Novembre. L' Ampère, il Clement e il Desormes sono venuti questa mattina da sir H. Davy a

mostrargli una nuova sostanza (1) scoperta due anni fa da certo Courtois fabbricante di salnitro. Sir H. Davy ha fatto parecchie esperienze sopra di essa con i suoi apparecchi da viaggio ed è propenso a credere che sia un composto di cloro e d'un corpo ignoto. Questa sostanza si ricava dalle ceneri delle alghe. »

« Mercoledì 1° Dicembre. La scoperta di questa sostanza fatta in una materia così comune e un forte stimolo ai chimici ed nna prova della stato imperfetto della scienza anche nelle parti che sembrano piu note. Una messe abbondante attende il sagace cultore di questa scienza, che fra le sperimentali sembra la più vasta ».

« Sabato 18 Dicembre. La giornata d'oggi è stata solenne. L'Imperatore ha fatto una visita al Senato. Il tempo era cattivo, ma ciò non ha impedito a me e a migliaia d'altri di andare a vedere il corteo. Io sono andato verso mezzogiorno al giardino delle Tuileries e mi sono collocato sul terrazzo ch'era allora il migliore posto ancora libero. Dopo una lunga attesa sotto la pioggia, le trombe hanno annunziato il corteo. Molte guardie e molti ufficiali ci sono passati innanzi prima che l'imperatore arrivasse, ma finalmente egli è apparso. Stava seduto in un angolo della carrozza, coperto e quasi nascosto da un'immensa veste di ermellino e la sua faccia era ombreggiata da una gran piuma che scendeva da un cappello di velluto. Ero troppo distante per distinguere bene i lineamenti, ma mi è sembrato che avesse la faccia fosca. La carrozza era molto ricca e quatttordici servi stavano su essa in varie parti. Una guardia numerosa la circondava. L'imperatrice e molti cortigiani seguivano in altre carrozze. Non ho udito nè un applauso. nè alcuna osservazione ».

---

(1) L'iodio.

« Martedì 21 Dicembre. Sto per perdere la pazienza con le infami esigenze di questi Parigini, che pare non abbiano il sentimento dell' onestà, ne un po' di pudore nel modo di trattare. Essi domandano il doppio del valore d' una cosa ed hanno l' aria di volerla offrire in dono ».

« Mercoledì 29 Novembre. Questa mattina abbiamo lasciato Parigi dopo tre mesi di soggiorno, preparati a vedere cose nuove e paesi nuovi. La mattina era bella ma molto fredda. Entrando nella foresta di Fontainebleau non abbiamo avuto ragione di dolerci del freddo perchè credo di non aver mai veduto alcun che di più bello. Una densa nebbia che s' era formata nella notte ed era poi sparita, aveva rivestito ogni oggetto di brina foggiandovi degli ornamenti mirabili per leggerezza e finezza ».

« Ogni ramoscello, ogni filo d' erba aveva il suo vezzo di cristallini. Il paesaggio, anzichè farsi monotono per ciò, ne aveva acquistato una varietà grandissima d'ombre e d'aspetti. Nelle aperture fra gli alberi certi oggetti lontani apparivano con quei delicati ornamenti, velati dall'aria interposta, come nubi, cui avesse dato forma la mano d'un mago ; poi roccie, colli, torrenti e valli : poi qualche pietra miliare, una capanna, delle persone rendevano il paesaggio più vario e bello. Questa notte dormiamo a Nemours ».

« Mercoledì 2 Febbraio 1814. Nizza. Dacchè siamo qui sir Humphry ha continuato a lavorare assiduamente sull'iodio. Ne ha cercato in molte piante che crescono nel Mediterraneo, ma con poco frutto. Se esiste, è in piccola quantità, e non è facile scoprirlo. »

Da Nizza i viaggiatori passarono a Torino attraversando il colle di Tenda.

« Martedì 22 Febbraio. Torino. È l' ultimo giorno di

carnovale. Per ciò nel pomeriggio sono andato un pò in giro a vedere che si faceva».

«Verso le tre si son chiuse le botteghe in fretta e i divertimenti sono cominciati. La gente che voleva darsi bel tempo è andata ad unirsi ad altra gente, che danzava intorno a suonatcri ambulanti.... Andando innanzi a caso mi son trovato in una piazza posta ai confini della città e l'ho trovata piena di popolo che si divertiva a buon mercato. È una piazza molto vasta vicina al Po e da un capo all'altro risonava delle note d'un gran numero di suonatori. Questi formavano tanti piccoli gruppi circondati da instancabili danzatori e gl'intervalli erano occupati da saltimbanchi, da cantatori, da venditori di castagne, da mendicanti e da curiosi.... Ritornando in città ho visto che altri torinesi, ai quali non piacevano quei volgari divertimenti, ne avevano trovato un altro più confacente ai loro gusti e ai loro costumi. Devo dire però che fra la gente, che avevo lasciato nella piazza c'era più allegria e c'erano anche mezzi più opportuni per produrla, ma l'ambizione ha le sue esigenze e i cibi, i vestiti, i divertimenti, le comodità vengono molto spesso accomodati a quelle esigenze. Mi sono trovato in un'ampia strada lunga, lunga che metteva ad una piazza, la quale aveva una chiesa nel mezzo. Tutti gli accessi a quella strada esano custoditi dai soldati e chi fosse a cavallo o in carrozza non poteva entrare che per le due estremità. V'era una lunga fila di carrozze, carrozzelle, cavalieri, ecc., e tutti andavano su e giù per la strada e intorno alla chiesa continuando per più ore..... Una immensa folla se ne stava a guardare da una parte e dall'altra della strada e pareva che si divertisse. Se avessero indovinato il paragone, che io facevo, fra la scena osservata prima e quella che avevo innanzi agli

occhi, coloro m' avrebbero guardato con tanto disprezzo quanto ne sentivo io allora per essi ».

Il 26 Febbraio il Faraday col suo illustre padrone era a Genova, il 10 Marzo a Sestri, il 21 a Firenze.

« Lunedì 21 Marzo. Sono andato con sir Humphry all' Accademia del Cimento. Vi ho veduto prima la piccola billioteca, poi i giardini, che sono ben coltivati, poi le sale e gli apparecchi. Quivi son molte cose di gran pregio. V' è il primo telescopio di Galileo, quello con cui scoprì i satelliti di Giove. È un semplice tubo di cartone, lungo tre piedi e mezzo con una lente a ciascuna estremità. Il campo di esso è molto piccolo. Vi è anche la lente fatta da Galileo. Essa sta in un telaio d' ottone con una iscrizione latina. La lente ha una fenditura. Vi è pure la gran lente ustoria del granduca di Toscana.... ».

« Giovedì 24. S' è preparato tutto per far bruciare domani il diamante nell' ossigeno, se il tempo è bello. La lente del granduca è stata portata nel giardino e s' è osservato l' effetto sul legno, che s' è rapidamente bruciato ».

« Lunedì 28. Oggi abbiamo fatto la grande esperienza della combustione del diamante. Un globo di vetro della capacità di 22 pollici cubici è stato vuotato d' aria ed empito con ossigeno puro. Il diamante era sostenuto nel centro del globo da un' asta di platino con in cima una coppa, la quale aveva molti fori perchè il gas circolasse liberamente. La lente del granduca si compone di due lenti biconvesse distanti l' una dall' altra tre piedi e mezzo, la maggiore ha 15 pollici di diametro, la minore 3. . . . Lo strumento è stato posto in una stanza del piano superiore del museo, e, avendo portato il tutto alla finestra, siamo stati ansiosamente aspettando per tre quarti d' ora... Durante quel tempo

pareva che il diamante lentamente s' impicciolisse e divenisse opaco. . . . . Avendo meglio disposte le cose e fatto sì che su tutta la lente cadessero dei raggi solari d' un tratto sir H. Davy s' è avvisto che il diamante bruciava, e, scostatolo dal fuoco della lente, s'è osservato ch' esso era in istato di attiva e rapida combustione. Il diamante mandava una vivissima luce rossa e, tolto via dai raggi solari, ha continuato a bruciare per circa quattro minuti. Raffreddatosi il vetro, il diamante è stato rimesso nel fuoco della lente ed ha bruciato di nuovo benchè non così a lungo come prima ».

« L'esperienza fu ripetuta il 29. Si esaminò i prodotti della combustione; non vi si trovò che ossigeno e carbonio. Il 30 si tentò la combustione nell' acido carbonico, ma senza effetto. Il 2 Aprile si bruciò ancora del diamante per verificare che non si formava azoto, nè un gas che l' acqua assorbisse ».

Il Davy si trattenne a Firenze una ventina di giorni all' incirca. Il 14 Aprile il Faraday scriveva da Roma alla madre una lettera, della quale ho trascritto sopra un brano. Eecone qualche altro.

« ...... Noi siamo ora in un paese amico, dove si fa ogni sforzo per agevolarci le comunicazioni con l' Inghilterra.... ».

« Voi dovete considerare questa mia lettera come diretta anche a tutto quel gruppo d' amici, che sono più cari al mio cuore ed io son certo che farete loro sapere che, quantunque lontano, non li dimentico. Il pericolo d'essere dimenticato è molto maggiore per me che non sia per loro la probabilità d' esser dimenticati da me. . . . . . Il punto, a cui tendono sempre i miei pensieri è l' Inghilterra. . . . . Voi a Londra siete tutti insieme, la mia assenza non portò alcun cangiamento fra voi : il piccolo vuoto fatto dalla mia par-

tenza sarà ben presto colmato e quando sia occupato da un altro, voi raramente penserete a me..... Cosi mi pare alle volte che debba avvenire, ma non persisto a lungo in questo pensiero. Un sentimento intimo mi dice che io non sarò dimenticato e che ancora possedo il cuore e l'amore di mia madre, di mio fratello, delle sorelle e de'miei amici. Quando sir H. Davy ebbe la bontà di chiedermi se volevo accompagnarlo nel viaggio, io pensai alla madre, ai parenti, agli amici e quasi quasi desiderai d'essere solo al mondo. Ma ora son lieto d' aver lasciato a casa delle persone, alle qnali posso pensare, delle quali mi posso rappresentare alla mente le occupazioni in qualunque istante. . . Pensino a loro posta coloro che sprezzano questi sentimenti ; si compiacciano pure d'esser liberi da tali vincoli e si beffino pure di quelli, che, lasciandosi guidare dal cuore danno gran valore a tali sentimenti. Io sono tra questi ultimi e contro i dettami della perfezione moderna, considero gli affetti come la prima e la maggiore dolcezza nella vita d'un uomo ».

« Non vi ho narrato ancora nulla, cara madre, del nostro viaggio, che fu piacevole quanto mai, salvo qualche piccola noia veramente di poco conto. La gran fama di sir H. Davy ci aprì tutte le porte in Francia e i passaporti ci furono concessi con la massima prontezza. Prima andammo a Parigi e vi ci trattenemmo due mesi : poi ci avviammo verso il mezzogiorno e andammo a Montpellier. Di là passammo a Nizza fermandoci un giorno o due ad Aix, e da Nizza, attraversando le Alpi, a Torino in Piemonte. Da Torino andammo a Genova e di là per mare in battello a Lerici. La traversata fu disgraziatissima e fummo sul punto di naufragare. Di poi, non essendovi lì nulla che ci trattenesse, proseguimmo per Firenze : e dopo un sog-

giorno di tre o quattro settimane lasciammo quella bella città e venimmo qui a Roma. Qui in mezzo a tante cose singolari e attraenti, ogni giorno troviamo qualche nuovo motivo di attenzione e di osservazione. Gli avanzi dell' antica magnificenza romana, la grandiosità delle chiese e la loro ricchezza, la diversità dei costumi e delle vesti, tutto a volta a volta ci attira. Anche Firenze non mancava di attrattive per me e nell'Accademia del Cimento e nel suo Museo vi è un un' inesauribile fonte di studio e di diletto. Invero in tutto questo viaggio ho visto continuamente cose nuove e istruttive ».

Ecco qualche altro brano del giornale :

« Domenica 19 Aprile. Oggi siamo andati a vedere il palazzo di Monte Cavallo in cima al Quirinale : è il più bel posto di tutta Roma e vi si gode una bella vista della città. Le decorazioni, che vi si erano cominciate, sono rimaste sospese. Il palazzo era destinato al re di Roma. In molte sale i lavori di addobbo e di ornamento vennero terminati e sono bellissimi. I caminetti e gli stipiti delle porte vennero fatti con pezzi di colonne antiche e il cielo d' ogni camera contiene un bel dipinto. In quella destinata all' imperatore è dipinto un bardo che dorme sulla sua arpa e imagini di conquista e di gloria volano intorno a lui.... Ci è stato mostrato il luogo, dove il papa fu fatto prigioniero, e la porta e la scala, per cui entrarono i soldati ».

« Sabato 7 Maggio. Ci alzammo a mezzanotte e partimmo alle due del mattino per Napoli. Quest' ora fu scelta per andare innanzi quanto era possibile nella prima giornata. Essendo la via infestata dai briganti, occorre qualche precauzione. Alla seconda posta si unirono a noi sei gendarmi e ci scortarono per il tratto più pericoloso della strada. Di poi il loro numero fu

diminuito, ma qualcheduno rimase con noi per tutto il giorno ».

« Venerdì 13. La giornata è stata dedicata al Vesuvio, che ha compensato largamente i disagi e le fatiche che ci ha costato. Alle 11 e mezzo eravamo a piedi del monte. Qui c'è il costume di fare la salita sugli asini, ma io ho preferito andare a piedi. La parte più bassa del monte è ben coltivata e produce uva e frutta in gran copia. Questa ricca vegetazione si mantiene fino a grande altezza sopra un terreno formato da lava in parte decomposta, in parte polverizzata. La via è cattiva per la gran quantità di pietre mobili. Dopo aver attraversato un antico torrente di lava siamo arrivati all'eremitaggio, ch'è a mezza strada. L'eremita ci è venuto incontro, ma benchè vestito d'una tunica nera, ha mostrato di conoscere bene le arti degli osti..... L'ultimo tratto della strada è molto ripido e scosceso; esso attraversa torrenti di lava che appaiono in più luoghi interrotti e sconvolti in modo stranissimo..... La vetta del monte è quella parte che fu formata dalle materie eruttate e che contiene il cratere. I torrenti di lava, che n'escono ad ogni eruzione, in parte si rapprendono lassù e vengono poi coperti di pietre e di cenere. La vetta è assai ripida e il piede non vi si può appoggiar bene, perchè il terreno è cedevole, fatto, com'è, di piccole pietre che smottano. Tuttavia con l'aiuto di buoni bastoni e con due o tre soste abbiamo toccato la cima alle due e mezzo circa. Quivi le fiamme e il fumo occupavano uno spazio immenso e la scena era spaventosamente grandiosa. Il suolo sotto di noi era molto caldo e il fumo e i vapori sbucavano da più punti intorno a noi. Siamo saliti sopra un monticello accanto alla vetta, che pareva coperto di zolfo. Di là si poteva veder bene la bocca del vulcano e parte del cratere. Il

vento era favorevole perchè cacciava il fumo dall'altra parte. Potevamo vedere le fiamme uscire impetuose dalla voragine e il fumo e il vapore alzarsi in nubi gigantesche e, quando non c'era altro rumore, si sentiva lo spaventoso ruggir delle fiamme ».

« Ci siamo poi avanzati sull'orlo del cratere. Pareva un gran camino, donde il fumo uscisse copioso. Dopo alcuni minuti siamo stati obbligati a fuggire perchè il vento aveva cambiato direzione e ci mandava il fumo addosso e l'acido solforoso minacciava di soffocarci. Io mi sono trattenuto incautamente un pò di più per raccogliere qualche cosa e sono stato poi costretto a correre sulla lava con gran pericolo. Tornati al posto di prima, abbiamo potuto trattenerci con minor rischio a contemplar lo spettacolo ».

« Sabato 14 Maggio. Anche la giornata d'oggi è stata dedicata al Vesuvio, ma la compagnia è stata più numerosa e l'ora più tarda perchè si voleva vedere lo spettacolo di notte. Eravamo sulla vetta alle 7 e mezzo. Nel salire abbiamo goduto delle bellissime vedute; la luce della sera dava un aspetto incantevole ai monti e ai promontorii. Il fuoco ed il fumo erano più copiosi d'ieri. Il vento ci favoriva. Si è fatto buio rapidamente e le fiamme apparivano spaventose. Talora il fumo le avvolgeva e le nascondeva, talora esse squarciavano la nube. Un colpo di vento faceva rimaner scoperta qualche volta la bocca del vulcano. Dall'orribile abisso uscivano in vortici le fiamme. Una tovaglia è stata distesa sulla lava fumante, e pane e polli, un tacchino, delle uova, del cacio, del vino e dell'acqua sono stati tratti dalle ceste e s'è fatto una specie di pranzo. Erano state accese delle torcie e l'insieme aveva una strana apparenza, e i lazzaroni che stavano intorno contribuivano e rendere la scena più pittoresca. Dopo il

pasto s' è fatto un brindisi alla vecchia Inghilterra e s' è cantato « God save the King » e « Rule Britannia».

3 Giugno a Terni.

« 17 Giugno a Milano. Ho visto il sig. Volta, che è venuto a visitare sir H. Davy. È un uomo attempato, gagliardo, con un nastro rosso all' occhiello, molto vivace nel discorso ».

La seguente lettera fu scritta all' Abbott da Ginevra il 6 Agosto 1814. « Dacchè partii dall' Inghilterra molte nuove fonti d'istruzione si sono aperte per me, e molte nuove idee ho acquistato intorno agli uomini, ai costumi, alle cose. La costante compagnia di sir H. Davy è stata per me una sorgente inesauribile di nuove cognizioni e di perfezionamento : e la varia e libera conversazione con gli abitanti dei paesi che ho visitato, mi ha pur dato diletto e m' ha istruito. Entrando in Francia mi stupì la diversità fra gli abitanti di quel paese e i miei concittadini. Il popolo francese mi parve affabile, vivace, intelligente, ma sempre intento al guadagno. La cortesia è il carattere generale di quel popolo, ma le classi più alte spingono la cosa oltre i limiti ragionevoli e sacrificano la verità e la sincerità al desiderio d' essere cortesi. I loro modi sono seducenti, le accoglienze facili e franche, la conversazione vivace e continua ; pero, se questa dura anche qualche ora sullo stesso soggetto, non si può farsi un'idea esatta di questo, tanto quei discorsi son frivoli, angusti e vani. La lingua francese in bocca del popolo ha una dolcezza tutta sua : in ciò mi par preferibile all'italiana. Questa ultima, a mio parere, ha un certo che di sdolcinato ; mentre il francese è nel tempo stesso forte, espressivo, delicato e tenero. L'italiano è la lingua più facile da impararsi perchè ogni lettera quando fa parte d' una parola ha lo stesso suono come da sola e anche perchè c' è molto maggior so-

miglianza fra le parole inglesi e le italiane che non fra le inglesi e le francesi. Però posso dir poco sul carattere di queste lingue perchè, malgrado i miei sforzi, son ben lontano dal conoscerle ».

« Pare che la civiltà abbia preso nelle varie nazioni avviamenti diversi. A Parigi produsse specialmente lo sviluppo del lusso a detrimento delle domestiche comodità..... Non si pensa che all' apparenza : v' è chi patisce la fame tutta la settimana in una soffitta per andare a teatro ben vestito la festa... » .

« La civiltà in Italia par che negli ultimi tempi sia retrocessa. Or non v' è che un popolo ozioso e degenerato, che non fa sforzo alcuno per conservare la gloria ereditata dai suoi maggiori e lascia andare in oblio la gloria e le opere loro..... Paralizzata dall' ignoranza e sepolta nell' immondizia questa gente par collocata in un suolo beato a far mostra della propria decadenza. Roma non è più che una memoria di una potenza caduta in rovina non solo ne' suoi edifici, ma anche nel suo popolo ».

Il 15 Agosto scriveva da Ginevra alla madre :

« Tutto va bene, Io sto benissimo e sarei quasi contento se non fosse la mia ignoranza, che mi si fa sempre più manifesta, benchè mi sforzi quanto posso di rimediarvi !..... Credo che lasceremo questa città, dove, in verità, c' è ben poco che ci trattenga, verso la metà di Settembre. Allora andremo verso Nord, vedremo un po' di Germania, passeremo a Venezia e poi giù in Italia, a Roma ».

A Ginevra il Davy si trattenne specialmente per l' amicizia che lo legava a Carlo Gaspare de la Rive chimico e medico di molta fama. Questi, avendo avuto allora occasione di conoscere il Faraday, concepì grande stima per le doti e per il sapere di lui. Egli si mera-

vigliò grandemente nel vedere che un giovine di tanto valore era tenuto quasi per servo e che nel laboratorio del Davy aveva l'ufficio d'un operaio o poco più. Egli non poteva trattenersi parlandogli dal manifestargli molta considerazione e dal trattarlo con modi poco diversi da quelli che usava col Davy. Un giorno il de la Rive li invitò a pranzo ambidue, ma il Davy non accettò, perchè non voleva, a quanto si disse, trovarsi alla stessa mensa col Faraday.

Augusto de la Rive, figlio di Carlo Gaspare, aveva allora tredici anni. Egli divenne più tardi amico del Faraday, e questi nel 1858, in quella stessa lettera sopra citata, nella quale gli parlava di M.ma Marcet, gli scriveva :

« Io provo per la memoria di vostro padre dei sentimenti simili a quelli che sento per M.ma Marcet. Egli fu il primo, posso dire, ad incoraggiarmi e a darmi aiuto, prima a viva voce a Ginevra, poi per iscritto ».

Partiti da Ginevra il Davy e il Faraday andarono a Losanna, Berna, Zurigo, Monaco e, attraversato il Tirolo, visitarono il Veneto.

Segue qualche altro brano del giornale :

« Ottobre 13. Abbiamo lasciato Vicenza per Padova..... Il paese è piano, ma ora è piacevole a vedersi perchè è il tempo della vendemmia. In molti luoghi la gente raccoglie i grappoli o li spreme e le strade son piene di uomini e di donne che portano grandi ceste piene d' uva. . . »

« I mendicanti si sono fatti molto più frequenti, dacchè lasciammo la Germania. Qui tutti mendicano in qualche modo, osti, postiglioni, stallieri, e la povera gente di campagna, quando vede una carrozza, lascia il lavoro e corre a chiedere l' elemosina. I fanciulli usano dei curiosi artificii. Se una carrozza si appressa,

qualcuno si distende in mezzo alla strada, bacia la terra, poi s' alza, s' inginocchia e rimane in atto di preghiera, poi se non ha avuto niente, quel ragazzo ed altri con lui corrono tenendo dietro ai cavalli e sillabando le parole *carità, caro Dio...* (1). Son capaci di seguir la carrozza anche per un miglio. Altri fanno con molta agilità cinque o sei capriole e poi raggiungono i primi; altri variano ancora la pantomima... Questa orribile consuetudine di mendicare i bambini la succhiano col latte materno.... Pare una maledizione caduta su tutto il paese ».

Nei primi giorni di Novembre, dopo essere stati a Venezia, a Bologna e Firenze i viaggiatori ritornarono a Roma. Avevano fatto una breve sosta il 20 Ottobre a Pietra Mala sull' Appennino fra Bologna e Firenze per osservare il fenomeno del gas che esce dal suolo e, quando venga acceso, brucia lungamente con fiamma pallida azzurra. Il Davy, esaminando il gas, s' avvide ch' era un idrocarburo.

Ecco un curioso brano del giornale.

« Roma 7 Novembre 1814. Questa mattina un uomo è stato punito dall' autorità civile presso la nostra casa e il modo merita menzione per la stranezza e per la crudeltà. Io aveva già osservato al nostro arrivo che una forca era stata rizzata sul Corso accanto al nostro palazzo. Era alta una trentina di piedi: portava una gran carrucola all' estremità e una grossa corda era accavalciata alla carrucola. Questa mattina ha cominciato presto della gente a raccogliersi sul luogo e ho saputo che qualcuno doveva venir condotto al supplizio. Alle nove circa un uomo circondato da soldati è venuto fin

---

(1) In Italiano nel testo.

sotto la forca; le mani gli sono state legate dietro il dorso, la fune pendente dalla carrucola è stata legata alle sue mani; indi la si è tirata in su alzando il paziente e per tre volte lo si è alzato e abbassato. Dal modo, in cui la corda vien legata alle braccia dipende il grado di asprezza del supplizio e la gravità delle conseguenze che il supplizio produce e si cerca di conformare ciò all'importanza della colpa. Nel caso da me osservato il moto è stato violento e dopo il supplizio le guardie portarono il paziente in una casa vicina perchè si riavesse. Sul suo petto stava un cartello, in cui era iscritto *Per insolenza al militare* (1). Mi è stato detto che aveva gettato del fango contro dei soldati. Non pare che il castigo gli abbia fatto gran male, perchè se n'è poi andato con passo franco e vivace ».

Questo soggiorno a Roma fu lungo. Nel carnevale il Faraday vi si trovava ancora e il suo giornale contiene la descrizione della corsa dei barberi e di parecchi balli mascherati, cui egli stesso prese parte divertendosi molto. Si compiacque anche nel gettare coriandoli sul Corso.

Il 13 Febbraio 1815 così egli scriveva da Roma al suo amico Huxtable, che aveva conosciuto nella scuola del Tatum. L'Huxtable era studente di medicina.

« ..... Come una barca senza pilota io me ne vado per il mondo, dove mi cacciano i venti, che variano continuamente. Ora son qui, ora son là, talvolta non so dove sono. nè dove andrò. Questi movimenti però mi hanno fatto vedere molti luoghi e molte cose degne di osservazione, nè io ho mancato di osservarli con attenzione. Come ti puoi imaginare, sir H. Davy ha

(1) In italiano nel testo

compiuto il suo viaggio da scienziato per quanto era possibile, e non ha mai trascurato la chimica: anzi il suo esempio eccitò i Francesi al lavoro. Dacchè lasciò l' Inghilterra, egli fece molto per quella scienza con i suoi studi sull'iodio: dimostrò ch' è un corpo semplice e ne studiò le combinazioni con l' idrogeno, con l' ossigeno e con i metalli. Sir Humphry ha anche mandato recentemente alla Società reale una memoria sui colori degli antichi greci e romani. Ora egli è tornato agli studi sul cloro. »

Il viaggio non era stato per il Faraday senza qualche amarezza. Benchè il suo giornale non ne parli, le lettere dirette all' Abbott pongono fuor di dubbio la cosa.

Sir H. Davy, che l' ingegno e le opere avevano fatto salire meritamente in gran fama, aveva sposato, come s'è detto, una vedova molto ricca ed aveva egli stesso consuetudini aristocratiche e da gran signore. Il Faraday durante il viaggio era presso di lui in una condizione non ben definita fra l' amico, l' assistente e il domestico. L' illustre chimico aveva per lui dei riguardi, ma la signora non l'intendeva così. Ciò appare dai seguenti brani di lettere all' Abbott.

« Mio caro amico, tutti dobbiamo aspettarci delle lezioni tanto dalla scuola della sorte propizia quanto da quella della sventura. Io son passato per le porte delle due scuole e non sono ancora tanto innanzi dalla parte buona che non senta di tratto in tratto qualche spina dalla parte opposta ».

« Per confortarmi paragono queste contrarietà ai temporali che fanno danni passeggeri, ma non tolgono i beneficii. Le assomiglio a strade sassose che conviene percorrere per raggiungere il bene o a nubi che mi nascondono il sole della felicità e che giovano a mante-

nere quel vigore morale che la costante fortuna avrebbe infiacchito..... In questo viaggio imparai bene a conoscere la mia ignoranza e, vergognandomene, cerco ora di cogliere ogni occasione per rimediarvi. Quel poco che in fatto di lingue ho imparato nei viaggi, m' ha eccitato ad imparare di più e ciò che ho veduto degli uomini e dei loro costumi mi ha fatto venir la voglia di vederne dell' altro. Pensa quale magnifica occasione fu questa per me di ampliare le mie cognizioni nella Chimica e nell' altre scienze: fu questo il motivo che sopra tutto mi persuase a seguire sir H. Davy sino alla fine. Certo ebbi a sostenere dei sacrifici e benchè questi fossero tali che una persona dotata di vera umiltà non avrebbe dovuto sentirli, per me non furono leggeri. Per di più ai doveri religiosi mal si può attendere in viaggio ed io sono di stampo così antico, che ricordo sempre i precetti della mia antica educazione. In somma, a dir tutto, malgrado i benefici effetti dei viaggi potrebbe anche darsi che invece della lettera che aspetti, tu mi vedessi apparire in persona sulla tua porta ».

L' Abbott comprese da questa lettera che l' amico doveva aver avuto dei dispiaceri e scrisse tosto per saperne di più. Il Faraday che era appunto allora ritornato a Roma dopo il viaggio in Isvizzera e in Germania scrisse in risposta una lettera di dodici pagine.

« Queste pagine — egli scrisse — che avrei voluto empire con la descrizione delle cascate di Tivoli, conterranno invece il racconto minuto dei miei dispiaceri ».

« Un paio di giorni prima della partenza da Londra, il servo di sir Humphry dichiarò di voler rimanersene a casa e in quel breve tempo sir Humphry non potè trovarne un altro. Egli disse a me che gli spiaceva molto, ma che se io mi fossi assunto di supplire il servo in ciò che fosse strettamente necessario, finchè arrivas-

simo a Parigi, egli ne avrebbe preso uno colà. Io borbottai qualche parola, ma non dissi di no. A Parigi non vi fu modo di trovare un servo inglese, nè alcun francese, che sapesse parlare inglese. Nè a Lione, nè a Montpellier, nè a Ginevra si potè riuscirvi, meno che mai in Italia, e io son convinto che sir Humphry non desiderava più di trovarlo. Naturalmente questa condizione m' impone degli obblighi nè desiderabili, nè graditi, ma non posso dispensarmene finchè rimango presso sir Humphry. Egli non ha, a dir vero, grandi bisogni: si avvezzò in gioventù a servirsi da sè e continua così anche oggi, sicchè per lui c' è poco da fare. Per di più egli sa che io mi presto a malincuore e che non sono obbligato. Per ciò egli si guarda di esigere da me dei servizi che mi possano riuscire penosi. Ma con lady Davy è tutt' altra cosa. Ella si piace di far vedere la sua padronanza e nel primo tempo pareva avesse proprio l' intenzione di mortificarmi. Ne nacque qualche diverbio, nel quale io rimasi in vantaggio. Le liti si fecero così frequenti che io non me ne crucciai più tanto e lei smise un pò della sua durezza. Sir Humphry per accomodar le cose procacciò a lei i servigi dei così detti *laquais de place,* e così per il momento sto bene. Non ho altro da fare se non girare per Roma e studiar l' italiano ».

Nella stessa lettera il Faraday raccontava all' amico che da qualche settimana non sapevano più se il viaggio dovesse proseguire o arrestarsi: sir Humphry nell' estate di quell' anno avrebbe voluto visitare la Grecia e la Turchia, ma il timore di dover sottomettersi a quarantene, lo rendeva molto incerto, anzi propenso ad abbandonare l' idea del viaggio. Le distrazioni di questo non gli impedivano di continuare i suoi studi. Da Roma egli aveva mandato alla Società Reale due scritti, uno

dei quali trattava d'un nuovo composto solido di iodio e d'ossigeno, e l'altro d'un nuovo composto aeriforme di cloro e di ossigeno. Il Davy si opponeva a quanto aveva scritto intorno all'iodio il Gay Lussac. Secondo il Faraday egli aveva fatto molta luce in un argomento, nel quale prima di lui i chimici francesi brancolavano al buio. Ora che per opera d'altri riuscivano a vedere, s'affrettavano ad accaparrarsi il vanto della vittoria e nella fretta inciampavano in nuovi errori.

Fra le lettere scritte dal Faraday durante il suo secondo soggiorno in Roma è notevole la seguente diretta nel Gennaio del 1815 al suo antico padrone Riebau.

« È cosa gradita e anche lusinghiera per me lo scriverle questa lettera. Io stimo un grande onore per me che Ella non solo mi permetta di scriverle, ma desideri mie nuove. Durante gli otto anni che fui con Lei, anni così rapidamente passati, e anche nei due anni successivi che passai a Londra, ebbi prove continue della benevolenza di Lei. Mi fa molto piacere il pensare che per la mia lontananza quella benevolenza non sia diminuita e che Ella me ne dia la prova più cara che l'amicizia (mi permetta questa parola) nel caso di lontananza può dare ».

« Ho ricevuto, egregio signore, le sue lettere e le tengo nello stesso conto delle altre prove, che Ella mi ha dato della Sua bontà... ».

« Dacchè lasciai l'Inghilterra vidi meglio quanto si possa imparare e quanto gli altri sanno, sicchè mi si scoprì tutta la mia ignoranza. Io vidi quanto le mie facoltà sieno scarse a paragone di quelle d'altre persone, e spero di ritornar a casa, se non altro, con una miglior conoscenza di me stesso... ».

« Pensai spesso all'estero al tempo, in cui dava l'o-

pera mia ai libri, e sempre con piacere. In ogni città grande volevo comperare dei libri, ma vidi bentosto che la mia biblioteca si faceva troppo copiosa. Da principio cercai grammatiche e dizionari, ma presto mi accorsi che Londra era il luogo migliore per comperare. In Francia i libri inglesi erano rari. Era difficile trovare una grammatica francese per inglesi. Però le librerie erano ben fornite di libri francesi ».

« Napoleone, il quale protesse molto le arti e le scienze, estese la sua protezione all' arte della stampa e della legatura. Io vidi dei libri bellissimi nella biblioteca imperiale a Parigi, ma però credo che essi non sieno più belli di quelli che vidi a Londra ».

« Della Germania vedemmo ben poco finora. Viaggiammo rapidamente attraverso la Svizzera e ci trattenemmo pochi giorni a Monaco, ma però mi feci un ottimo concetto delle librerie tedesche. Ebbi alla prima richiesta un eccellente dizionario inglese-tedesco e parimente trovai tosto gli altri libri che desideravo.... ».

« Meno d' ogni altro paese trovai fornita l' Italia in fatto di tali mezzi di studio. Anche Venezia, che pur gode tanta fama per i suoi tipografi antichi, mi parve sprovvista di libri ed indegna della sua rinomanza..... Ogni libreria fa testimonianza dell' importanza dell' arte della stampa nel relativo paese e dell' uso che se ne fa. In Italia si vedono molti libri e le vetrine dei librai ne son piene, ma, se si guarda un pò da vicino si vede che son quasi tutti libri vecchi o francesi. Si direbbe che gli italiani si sieno stancati di stampare e s' accontentino di ciò che lasciarono loro gli antenati. In Firenze trovai una grammatica inglese del Veneroni. Non fui capace di trovare in tutta Italia un dizionario inglese-italiano. Potei soltanto avere il Rosaletti, inglese-francese-italiano ».

« Un altro fatto singolare è la mancanza di Bibbie. Anche a Roma, ch'è pur la sede della religione cattolica, non si trova una bibbia di medio formato, nè protestante, nè cattolica. Le sole, che ci sieno, sono volumi in quarto con varianti e commenti dei santi padri e sono possedute dai preti e dai professori di teologia. In tutte le librerie di Roma, dove domandai una bibbia tascabile, mi parve che il libraio accogliesse la mia domanda con mal garbo, e un prete, che per caso era in uno di quei negozi, mi guardò in aria di sospetto.... ».

Alla fine del Febbraio 1815 il Davy e il Faraday passarono a Napoli: il Vesuvio era in eruzione e lo visitarono.

È curiosa questa nota nel giornale in data del 7 Marzo »: Ho sentito dire che Bonaparte è novamente libero. Io non mi curo di politica e per ciò la notizia non mi dà gran pensiero, ma credo che questo fatto avrà grandi conseguenze ».

Il Faraday conservò a lungo questa sua indifferenza per le cose politiche. Solo molto più tardi prese il costume di leggere le discussioni parlamentari e parve parteggiare per i conservatori.

Il viaggio, non si sa perchè, venne bruscamente interrotto. Il 21 Marzo il Davy con i suoi compagni lasciò Napoli, il 24 era a Roma, il 30 a Mantova, poi per il Tirolo, per Stuttgart, Heidelberg, Colonia, Bruxelles ed Ostenda ritornò rapidamente a Londra.

Da Bruxelles il 10 Aprile il Faraday scrisse alla madre annunciandole il suo ritorno.

« Tu puoi ben credere che appena arrivato sarò da te. Se hai occasione, danne avviso agli amici più cari, ma non a tutti... Non darti briga per ciò. Pochi si curano di me e anch'io amo veramente pochi soltanto... Avverti l'Abbott, se puoi.

« Addio, a fra poco, cara mamma, credimi sempre il tuo affettuoso e rispettoso figlio ».

« P.S. Questa e la lettera più breve che io t' abbia scritta, ma è anche quella che ti ho scritto con maggior piacere ».

Capitolo III.

La *Royal Institution*. — Il suo fondatore. — Il centenario della fondazione. — La lampada di sicurezza del Davy. — I primi lavori originali del Faraday e le prime lezioni.

Ritornato il Faraday a Londra ebbe subito presso la «Royal Institution» un piccolo aumento di stipendio e il grado di assistente.

Il lungo viaggio gli aveva fatto un gran bene. Gli aveva fatto conoscere uomini eminenti come l'Arago, il Gay Lussac, l'Ampère, il Dumas, il de la Rive, il Biot, gli aveva mostrato quali fossero le mancanze della sua istruzione, e nello stesso tempo l'aveva reso conscio delle proprie forze.

Egli prese allora stabile dimora presso la «Royal Institution» e dedicò a questa d'allora in poi ogni sua cura. Lo stipendio era molto modesto, trenta scellini per settimana, ma l'opportunità d'istruirsi era grande.

Di quel celebre Istituto, alle cui sorti fortunate tanto contribuì l'opera assidua del Faraday, è necessario dare qui un cenno storico.

L'edificio, dove esso ha sede, sorge in Albermale Street, via molto vicina alla popolosa Piccadilly. La facciata è di stile greco con quattordici alti pilastri ed è più recente del resto dell'edificio. L'atrio dà accesso ad un'ampia scala che conduce al piano superiore: da una parte e dall'altra stanno sale di lettura, sale per

biblioteca e laboratorii. Di sopra è l'anfiteatro per le lezioni capace di 700 persone e adatto a lezioni sperimentali. In un altro piano più alto è l'alloggio del direttore.

La « Royal Institution » fu fondata nel 1799 come società privata dal conte di Rumford in due case di Albermale Street, che allora poteva considerarsi come un sobborgo di Londra. Essa fu riconosciuta l'anno dopo con un decreto reale come istituto destinato *« a diffondere la scienza e agevolare la generale conoscenza delle invenzioni meccaniche utili e dei perfezionamenti e ad insegnare per mezzo di lezioni scientifiche sperimentali l'applicazione della scienza ai fini pratici della vita ».*

E il motto dell'istituto era *Illustrans commoda vitæ.*

Il conte di Rumford fu un uomo di grande ingegno e di operosità straordinaria. Si chiamava originariamente Beniamino Thompson ed era nato in America, a Woburn nel Massachussett nel 1753.

A 19 anni s'era ammogliato o piuttosto come diceva, lo avevano ammogliato con una ricca vedova che aveva quattordici anni più di lui. Di lì cominciarono le sue fortune. Dal governatore della contea ebbe il comando d'un reggimento delle milizie del luogo. Fu mandato in Inghilterra per portarvi dei dispacci ai ministri e il ministro Lord Germaine lo volle trattenere con sè. In poco tempo divenne sottosegretario di Stato, nè trascurava la scienza poichè nel 1779 divenne menbro della Società reale. Il Gibbon scrivendo di lui a Lord Sheffield, lo chiamava il signor segretario, colonnello, ammiraglio e scienziato Thompson.

Gli venne poi il capriccio di andare a combattere contro i Turchi nell'esercito austriaco, ma mentre diretto a quella volta si trovava a Strasburgo, venne presentato all'elettore di Baviera, che gli offrì di andare

presso di lui a Monaco. Ivi divenne ministro della guerra, ministro di polizia e gran ciambellano. S' adoprò a riordinare l' esercito, fondò scuole per i soldati e officine d' armi, promosse la coltivazione delle patate, inventò forni economici ed anche una minestra economica per i soldati, che prese il suo nome e in tempi di carestia fu data ai poveri anche in Italia.

Volle liberare Monaco dal gran numero di accattoni che vi si trovavano. A tal fine ne fece arrestare 2600 in un giorno. Era suo sistema di non far elemosina, ma dar lavoro. Diceva che conveniva migliorar prima la sorte dei poveri e poi cercar di farli virtuosi anzichè procedere in ordine inverso. Ebbe dall'elettore di Baviera il titolo di conte di Rumford e del sacro Romano Impero. Nel 1795 tornò in Inghilterra. Poco dopo vi prese dimora e fu allora che d' accordo con Giuseppe Banks, ch' era presidente della Società reale, quello stesso che aveva accompagnato il Cook nel primo dei suoi famosi viaggi intorno al mondo, e che aveva promosso molte importanti scoperte geografiche, il conte di Rumford fondò la « Royal Institution ». Questo istituto ha un pò del l'Accademia e un pò dell'Università. Pubblica degli scritti scientifici, ha dei professori propri, dei laboratorii, dei musei. Ha una ricca biblioteca destinata ai suoi soci e sale di lettura provviste anche di giornali quotidiani.

L' infanzia della « R. Institution » ch' era destinata a vita così gloriosa, fu travagliata e stentata. Pareva che il nuovo Istituto dovesse morire appena nato, ma il conte di Rumford ed il Banks lo salvarono chiamando ad insegnarvi chimica il giovine Davy, che a Bristol aveva già dato prove di elettissimo ingegno.

Questi con le sue scoperte diede rinomanza all'Istituto e le sue lezioni erano frequentatissime. Con

tutto ciò le cose, in quanto a denari, non andavano bene: anzi mentre il Faraday era in viaggio, s'attendeva di momento in momento la notizia che l'istituto fosse stato chiuso. Al suo ritorno il Faraday s'adoperò a risollevarne le sorti; ma nel 1833 sopravvenne un'altra crisi molto grave. Fu soltanto più tardi quando le scoperte del Faraday ebbero sparsa tanta gloria sull'istituto, che le sorti di questo si fecero prospere e sicure.

Nel 1838 l'edificio acquistò un aspetto maestoso con la facciata di stile greco a grandi pilastri e nel 1896 vennero costruite le ampie sale del laboratorio Davy-Faraday mercè la generosità del sig. Luigi Mond.

Nel Giugno del 1899 si solennizzò il centenario della fondazione dell'istituto. Farò un breve cenno di qnesta festa per mostrare l'importanza dell'istituto e la considerazione di cui gode.

Si cominciò con un banchetto dato dagli amministratori della « Institution ». Presiedeva il duca di Northumberland. Il principe di Galles era presente.

Rispondendo al brindisi fatto dal presidente alla sua salute, il principe disse: « Io considero come un grande onore per me il prender parte come vice-patrono alla celebrazione di questo centenario. Giovane ancora visitai la « Royal Institution ». Benchè sia quasi passato mezzo secolo non ho dimenticato il giorno, in cui poco dopo Natale mio fratello, duca di Coburgo, ed io venimmo ad assistere alle lezioni del celebre Faraday. Non ho dimenticato la chiarezza con cui egli spiegava i più difficili problemi e mostrava le esperienze di chimica. Fra le memorabili invenzioni, la cui storia è legata con quella della « Royal Institution », è quella del Davy che con la sua lampada salvò migliaia di vite. È superfluo parlare delle scoperte del Faraday. Solo ricorderò gli

studi, con cui Lord Rayleigh acquistò tanta fama in varie parti della fisica ».

Il duca di Northumberland, rispondendo ad un brindisi del duca di Cambridge, fece notare come l'istituto aveva sviluppato il primo concetto del conte di Rumford. Era stato detto da taluno che questi aveva inteso di fondare un istituto più pratico e tecnico. Ma bisogna tener conto del grande mutamento avvenuto nelle condizioni sociali. Il conte di Rumford voleva estendere la conoscenza delle scoperte scientifiche e a ciò la « Royal Institution » cooperò e coopera largamente. Essa si propose due intenti che riuscì ad attuare, l'indagine scientifica e la diffusione della scienza. Al primo fine è noto quanto valsero i laboratorii dell'Istituto. Basta ricordare i nomi del Davy, del Faraday, del Young, del Tyndall. La liberalità del dott. Mond, le collezioni dello Spottiswoode donate dal figlio di lui furono di grande aiuto in quest'opera.

La cerimonia si chiuse con un discorso di Lord Rayleigh, che parlò specialmente dell'opera scientifica del Young.

Invero la storia della « Royal Institution » è strettamente legata con la storia della Fisica e della Chimica nel secolo XIX. Cominciò il Davy a diffonderne il nome con la scoperta dell'arco elettrico, poi egli decompose con la corrente la potassa e la soda, ottenendo così due nuovi elementi, il potassio ed il sodio.

Il Faraday lavorò fra quelle mura per 50 anni e per dir soltanto d'una delle sue grandi scoperte, vi scoprì le correnti d'induzione. Il Tyndall di poi vi eseguì i suoi studi sul calore raggiante e sul diamagnetismo, il Frankland, l'Odling, il Gladstone vi compirono lavori insigni. Recentemente il Rayleigh vi scoprì l'argon e il Dewar vi eseguì le sue esperienze sulla

liquefazione dei gas e riuscì a liquefare e far solido l'idrogeno. Perchè i professori possano darsi liberamente agli studi non si richiede da essi che un piccolo numero di lezioni, mentre in tutte le Università e nei collegi del Regno unito i professori devono dedicare molto tempo alle cure didattiche e amministrative. I laboratorii sono largamente provveduti di strumenti.

Tre specie di lezioni si danno alla « Royal Institution », le lezioni del pomeriggio, quelle, in vicinanza del Natale, per la gioventù, e le conferenze del Venerdì sera. Le prime si fanno tre volte per settimana. Sono corsi brevi che comprendono da tre a dodici lezioni. Fra questi uno dev' esser dato, o prima, o dopo Pasqua, da un professore dell' Istituto. Le lezioni per i ragazzi sono sempre sei e vengono date ora dai professori dell' Istituto, ora da qualche altro scienziato di grido.

Si avrà un' idea dell' opera che anche ai nostri giorni esercita la « Royal Institution » sapendo che p. e. nel Marzo 1900 lord Rayleigh teneva un corso sulla luce polarizzata in sei lezioni, una per settimana alle ore 15, e un altro corso simile, ma in altro giorno della settimana dava il prof. Lankaster sulla struttura e sulla classificazione dei pesci. Al Venerdì sera si succedettero nel mese stesso Ronald Ross che parlò della malaria e delle zanzare, il prof. Frank Clowes che trattò dei microbii e della fognatura, sir Beniamino Stone che parlò della storia dell' arte.

Coloro che danno lezioni e non appartengono all' Istituto, ricevono un compenso per le spese e nulla più. L'onore d'esser chiamato a fare queste lezioni è ambitissimo. Nè vi si invitano soltanto gli scienziati, ma anche i letterati e i filosofi. Le lezioni del Venerdì sera si fanno con tutto il lusso dell' arte sperimentale,

con abbondanza di esperienze, di disegni e di proiezioni. E la più alta società di Londra vi si raccoglie. Narra Silvanus Thompson che non di rado uno scienziato, il quale sia stato invitato a fare una delle lezioni del Venerdì, comincia cinque o sei mesi prima a prepararla. Warren de la Rue noto per i suoi studi sulle scariche nei gas prodotte da una pila di un grandissimo numero di coppie, impiegò più di un anno per preparare una sua lezione e vi spese qualche centinaio di lire sterline.

Come è stato detto di sopra, quando il Faraday tornò dal suo viaggio la « Royal Institution » era pericolante. Egli si accinse con tutte le sue forze a migliorarne le sorti. Non solo egli metteva tutto l'impegno nel preparare le lezioni di Chimica del prof. Brande, ma curava anche la pubblicazione del giornale, che era una specie di cronaca dell'Istituto. Il suo stipendio nel 1816 fu portato a 100 sterline per anno.

Il Davy al suo ritorno in Inghilterra nel 1815 non aveva ripreso la sua cattedra alla « Royal Institution ». Tuttavia il Faraday l'aiutava ne' suoi studi e specialmente nell'esperienze per la costruzione della lampada di sicurezza.

Nelle miniere di carbon fossile si svolge spesso del gas che è un miscuglio di metane, di anidride carbonica, di ossigeno e di azoto. Quand' esso si mescola con l'aria, come avviene appunto allora che si sprigiona dalle cavità della miniera col procedere degli scavi, l'ossigeno dell'aria e il metane formano una mescolanza, che se viene a contatto con una fiamma o con un corpo solido incandescente, scoppia e può produrre grandissimi danni. È questa la causa di molti di quei disastri che avvengono nelle miniere e che un tempo erano relativamente più frequenti.

Gli scoppî, che avvenivano spesso nelle miniere dell' Inghilterra, attrassero l' attenzione del Davy appunto al momento del suo ritorno. Egli si fece inviare da Newcastle varii saggi del gas delle miniere e determinò in quali limiti dovevano essere comprese le proporzioni d' un miscuglio di questo gas e d'aria perchè lo scoppio avvenisse. Poi studiò lo scoppio di tali miscugli in tubi di metallo e di vetro e scoprì la proprietà delle reti metalliche.

Se si prende un pezzo di rete metallica e, tenendolo orizzontale, lo si abbassa sopra una fiamma, si vede che la fiamma non passa al di sopra della rete: essa resta confinata al di sotto anche se si porti la rete fino alla base della fiamma. Così avviene tutte le volte che l' azione della fiamma non sia tanto intensa o tanto prolungata da rendere incandescente la rete. Se ciò succede, la fiamma può passare al di sopra. La rete non trattiene già il gas che costituisce la fiamma, ma essendo fatta di sostanza buona conduttrice, sottrae tanto calore alla fiamma che il gas, dopo aver attraversato la rete, non arde più. Ne segue che se una fiamma sia circondata da una tal rete e si porti in uno spazio dove sieno dei gas accensibili, potranno questi gas entrare attraverso la rete nella lampada ed ivi accendersi, ma la fiamma che si formerà, non potrà mai oltrepassare la rete, uscire dalla lampada e accendere il gas che sta fuori. La lampada del Davy fu introdotta nelle miniere nel 1816 e nel pubblicarne la descrizione il Davy esprimeva la sua gratitudine al Faraday per l' aiuto prestatogli nell' esperienze. E questi parlando di quella invenzione alla « Philosophical Society » e tanti anni più tardi nel 1829 alle « Royal Institution » usò nell' una e nell' altra occasione le stesse parole e disse « Non voglio nemmeno far menzione

delle pretese che altri posero innanzi rispetto alla priorità dell' invenzione della lampada. Io fui testimonio nel nostro laboratorio del graduato svolgimento dei ragionamenti e delle esperienze che condussero alla costruzione della lampada. Tutto l' onore spetta a Sir H. Davy: questa bella gemma che adorna la bella corona della sua gloria, non potrà mai essere offuscata dal sospetto ».

Per il Davy, ch' era un uomo poco ordinato e distratto dalla vita ricca ed elegante che conduceva, il Faraday doveva essere un aiuto prezioso. Era lui che teneva nota dei risultati dell' esperienze fatte in comune e che copiava i manoscritti del Davy, avendone in compenso la facoltà di conservare gli originali.

Benchè qualche screzio avvenisse più tardi fra essi, pure il Faraday riconobbe sempre quant' egli doveva al suo maestro e d' altra parte la stima che il Davy aveva per l' ingegno del suo assistente, cresceva sempre, come del resto era ben naturale. Partito il Davy dall' Inghilterra novamente nel 1818, così scriveva al Faraday da Roma:

« La lettera del signor Hatchett era piena di lodi per voi e mi fece molto piacere, perchè non vi è alcuno, credetelo, che più di me si compiaccia dei vostri progressi e della vostra buona fortuna ».

Nell' anno dopo il Faraday ricevette un' altra lettera del Davy. Questi gli scriveva che forse verrebbe chiamato lui, Faraday, a Napoli, perchè v' era bisogno di un abile chimico quando si facesse l' esame dei manoscritti dissepolti ad Ercolano. Poi da Firenze nel Maggio del 1819 gli scriveva:

« Son lieto di sentire che vi trovate bene nella « Royal Institution » e io confido che l' opera vostra non solo sarà utile a voi, ma anche alla scienza ».

L' opera scientifica originale del Faraday cominciò nel 1816. La sua prima opera fu pubblicata nel « Quarterly Journal of Science » e trattava dell'analisi di calce caustica nativa proveniente dalla Toscana. La duchessa di Montrose avea mandato quella sostanza al Davy. Quello scritto era cosa di ben poca importanza, ma esso, dice il Gladstone, somigliava a quei ruscelletti di montagna che ingrossandosi per via fino al piano, diventano fiumi reali.

Le occupazioni, che l' ufficio suo imponevano al Faraday, erano allora numerose. Tuttavia gli restava ancora qualche tempo da consacrare a studi originali. Il cloro aveva un certo fascino per lui, benchè quel gas puzzolente e soffocante meriti poche simpatie. Il Faraday ne studiò le combinazioni col carbonio e lo ridusse a stato liquido. Egli si occupò anche dell' iodio e dei suoi composti col carbonio e con l'idrogeno e della naftalina.

Nel 1816 assunse anche l' incarico di fare lezioni nella « City Philosophical Society ». Diede in quell'anno sette lezioni di Chimica. Egli le scrisse con cura ed il Jones ne riferisce qualche brano. Nella prima, parlando della luce, ammette come generalmente accettata l'idea che essa consista « di minuti atomi materiali, dotati di polarità, diversi di grandezza e di velocità ».

E aggiunge le congetture seguenti, che, come fu notato dal Crookes, hanno qualche singolare analogia con idee molto recenti.

« Se imaginiamo un cangiamento di stato, che rispetto alla vaporizzazione sia ciò che questa è rispetto alla liquefazione, potremo forse farci un' idea della materia raggiante. Come nella vaporizzazione certe proprietà van perdute, altre ne sparirebbero in quest' ultimo mutamento ».

« Era opinione del Newton e di parecchi altri grandi scienziati che quel mutamento potesse avvenire e che continuamente avvenisse in natura ed essi stimavano che vi si potesse applicare il ragionamento matematico. Ciò ammesso, si dovrebbe anche ammettere che la materia fosse unica, perchè tutte le varie sostanze conosciute si ridurrebbero alle tre specie di materia raggiante, che forse differiscono soltanto nella grandezza o nella forma delle particelle. Le proprietà dei corpi dipenderebbero soltanto dalle varie disposizioni degli atomi e sussisterebbero soltanto finchè sussistesse quella speciale aggregazione. Così due corpi diversi differirebbero soltanto per le loro proprietà ».

« La semplicità d'un tal sistema è singolarmente bella, l'idea è grande e degna d'essere stata accolta dal Newton. É ciò che gli antichi credevano e ciò che forse i venturi dimostreranno ».

« ..... Prima di lasciar l'argomento del cloro voglio fare un cenno sulla sua storia in risposta a coloro, che ad ogni nuova scoperta vogliono esclamare « A che serve ciò ? » Il Franklin in un caso simile rispose « A che serve un bambino ? » Lo scienziato può sempre rispondere : « Cerchiamo di render utile la scoperta ». Quando lo Scheele scoprì il cloro, pareva che questo non fosse buono a nulla. Infatti era inutile come un bambino, ma, essendo esso venuto a maturità, voi vedete ora le sue forze e quali vantaggi se ne possono trarre ».

« ... È probabile che nessuno di questi corpi, ossigeno, cloro, iodio e fluoro sia realmente un elemento. La loro storia ci mostra a quali traviamenti conduce la soverchia fede nelle ipotesi ».

« È bene osservare i mutamenti che avvengono nelle opinioni degli uomini in fatto di scienza col pro-

gredire degli studi. Molti scienziati per attenersi ad una teoria favorita introdussero degli errori, che non furono poi cancellati senza fatica. E ciò fu di grande inciampo al progresso. Noi dovremmo trarne un ammonimento per non cadere nel medesimo errore. Ma noi ci formiamo delle opinioni che ci paiono giuste e vogliamo sostituirle agli errori altrui. Eppure anche queste nostre teorie sono destinate a cadere come caddero le precedenti ».

« È vero che, ammaestrati da ciò che avvenne ad altri, noi ci proponiamo d' essere più riservati nelle nostre opinioni e riguardosi nelle conclusioni : pure l'esperienza d'ogni giorno ci avverte che noi vediamo gli errori antichi, ma non ci accorgiamo dei nuovi. Per evitare degli errori cadiamo in altri. A ciò non può sfuggire se non colui che sia dotato di molta modestia ed indipendenza. Lo scienziato dev' essere un uomo pronto a dare ascolto ad ogni suggerimento, ma atto a giudicare da sè. Non deve lasciarsi ingannare dalle apparenze, non favorire alcuna ipotesi, non appartenere ad alcuna scuola, non essere soggetto ad alcuno in fatto di scienza : non deve aver riguardo a persone, badare soltanto ai fatti, mirare soltanto alla verità ».

Accanto a queste righe scritte in gioventù poniamone alcune altre che alla sua morte furono trovate fra le sue carte.

« Mi domando sempre quali debbano essere le doti del vero indagatore della natura. Forse la diligenza e la costanza con una certa dose di buon giudizio e di prudenza ? Occorre forse una moderata fiducia in sè stesso ? La causa, per la quale tanti non riescono a far nulla di buono, è forse questa, che essi mirano più alla fama che all' acquisto di cognizioni e alla soddisfazione che si prova quando quelle cognizioni vengono

ottenute puramente per amor di esse medesime. Io conobbi molti uomini che sarebbero divenuti buoni e fortunati scienziati e si sarebbero fatto un gran nome, se non avessero puramente cercato la rinomanza. In costoro è sempre un' ombra d'invidia e di rammarico in cuore ed io non so comprendere come un uomo possa fare scoperte scientifiche quando è in preda a quei sentimenti. Quanto ai genii, può darsi che ve ne sia. Io ho sempre cercato un genio per il mio laboratorio e non l' ho mai trovato, ma vidi parecchi che sarebbero diventati valenti sperimentatori, se avessero sottoposto ad una severa disciplina l' animo loro e la loro mente ».

Era sua cura costante il perfezionarsi nell' arte dell'insegnare. Benchè non avesse molto danaro, pagava mezza ghinea per ogni lezione di eloquenza che gli dava B. H. Smart.

Nell' anno 1818 tenne alla « Philosophical Society » cinque lezioni di chimica trattando dei metalli e considerandone le proprietà chimiche piuttosto che le applicazioni.

Alla stessa società il 1. Luglio 1818 lesse un suo scritto d'argomento pedagogico, che intitolò: « Osservazioni sull' inerzia della mente ». É opportuno riferirne qualche brano:

« L'uomo è un animale atto a migliorare sè stesso. A differenza dal mondo animale che lo circonda e che rimane in uno stato costante, esso varia continuamente: ed una delle sue piu nobili prerogative è questa, che anche quand' esso si trova in una delle posizioni più alte, ha tuttavia facoltà d'elevare ancora sè stesso.... ».

« Noi veniamo posti dal Creatore in un certo stato, che è determinato delle condizioni della società preesi-

stente e dalle leggi naturali. Così cominciamo la nostra carriera. La via è lunga.... La perfezione è la meta, ma è una meta, ch' è sempre troppo lontana, che s' allontana quanto più camminiamo. Però ogni passo compensa la fatica sostenuta per farlo e cresce sempre la messe di cognizioni e di compiacenza che raccogliamo.. ».

« V' ha chi si contenta di ciò che fu fatto da chi venne prima di lui. V' ha chi vede ciò che dovrebbe fare e non lo fa per pigrizia; v' ha chi sa progredire purchè sia guidato; pochissimi sono coloro che sanno mettersi a capo della loro generazione, dei loro tempi, del mondo. Tale non può essere colui che è riuscito a dominare i suoi simili, nè chi gode di maggiori ricchezze, bensì chi ha fatto molto bene agli altri uomini, chi li ha diretti nel dubbio, sostenuti nella debolezza, aiutati nella necessità, istruiti nell' ignoranza ».

« Noi veniamo posti nascendo in un certo punto del tempo infinito e la virtù e la scienza ci posson servire di guida... Certi uomini non solo rifiutano queste guide, ma cercano d' intralciare il moto degli altri. I più si contentano di lasciare andar le cose come vanno e, simili ad un peso che ritarda i movimenti, nocciono a chi lavora per il pubblico bene. É appunto di costoro che intendo parlare, dello spirito che li anima o piuttosto li irrigidisce ».

« V' ha una proprietà della materia, che, quantunque sia comune a tutti i corpi, è per sua natura, così oscura e nascosta che per molto tempo non se n'ebbe alcuna idea. La si dice *inerzia*. Essa tende a mantenere ogni cosa nel suo stato presente... Ogni corpo, che si move, tende a restare in moto, ogni corpo ch' è in quiete, tende a restare in quiete. L' inerzia contrasta ogni mutamento e mantiene ciò che sussiste. Non ha forse una proprietà consimile anche la mente umana? Non v' è

un fenomeno morale simile al materiale? Che cosa sono le consuetudini? Che cosa sono i pregiudizi? Essi trattengono la mente nello stato attuale e contrastano agli impulsi esterni ».

« Le parole, che definiscono l' inerzia della materia, s'acconciano bene a descrivere anche questo effetto. L'accordo è strano, ma evidente ed esatto. Per dimostrarlo basta far notare che la mente, quand' abbia ricevuto un impulso e lo abbia seguito, mantiene questa sua attività. L' uomo che diresse una volta la sua mente ad un' arte, va continuamente perfezionandosi in essa: l' uomo, che cominciò ad osservare, rapidamente acuisce questa sua facoltà. E per vedere quanta sia l'inerzia mentale, pensate come ci riesce penoso il metter mano ad una nuova impresa: come invece proseguiamo facilmente in una già bene avviata. L'inerzia d'una mente non avvezza al lavoro si palesa nella tendenza agli indugi; una mente operosa si compiace invece d' ogni nuova osservazione, d' ogni scoperta ».

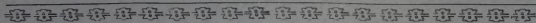
Da una lezione data alla « Philosophical Society » nel 1819 sulle « forme della materia » tolgo i seguenti brani:

« Il seguire un metodo proprio nelle indagini scientifiche non è per sè stesso un male: il male sta nell' abuso. Ma l'autore d'un sistema non vuol credere ai difetti delle sue spiegazioni: chi imagina una teoria non ne vuol ammettere l'incertezza. Egli non ha occhi per osservare ciò che non s' accorda col suo proprio sistema e così s'allontana dalla natura. E sciaguratamente, benchè nessuno capisca perchè un altro pretenda sottomettere l'universo e le sue leggi alle sue strane e fantastiche ipotesi, pure ciascuno vi trova degli argomenti per difendere e sostenere le ipotesi proprie ».

« Poichè l'incertezza è sgradita, l'uomo cerca di ap-

poggiarsi ad una opinione determinata, e, se anche la prova non é perfetta, il desiderio e la imaginazione suppliscono. Così l'amore dell'uomo per la sua propria opinione, la sua prontezza a formarla sopra basi incerte piuttosto che rimanere nel dubbio e la tendenza a dar forma particolare ed individuale alle proprie opinioni sulle cose naturali introducono dei metodi scorretti nel modo di ragionare. Di qui le differenze fra le opinioni degli uomini sopra qualsiasi argomento. Ogni parte del mondo morale e naturale presenta le stesse apparenze in tutti i tempi, a tutti gli uomini; ma noi non possiamo vedere le cose in tutte le loro relazioni e da tutti gli aspetti. Le vediamo in diverse condizioni della mente e ci affrettiamo troppo a decidere sopra di esse. Perciò i giudizi differiscono fra loro e si allontanano dalla verità ».

« Nulla è più difficile e richiede maggior cura del ragionamento scientifico e nulla nuoce più dell'ostinarsi in una opinione. L' uomo che è certo d'aver ragione, ha quasi sicuramente torto e per di più ha la disgrazia di persistere ad aver torto. Tutte le nostre teorie si appoggiano sopra dati incerti e tutte sono soggette a modificarsi. Sempre, dacchè il mondo cominciò ad esistere, le opinioni andarono variando ed è assurdo il pensare che noi abbiamo raggiunta la perfezione e che il nostro ingegno abbia fatto il massimo sforzo concesso al pensiero umano. Perchè i nostri successori non dovrebbero cacciar di posto le nostre opinioni, come cacceranno le nostre persone? È sempre stato così ed è lecito ammettere per analogia che così sarà. Eppure, malgrado questa prova pratica della fallibilità delle nostre opinioni, tutti son pronti, e gli scienziati più degli altri, a sostenere che le loro opinioni sono giuste e vere ».

« La storia della scienza presta chiari esempi in prova di ciò che ho detto, ma non è il caso ora di parlarne. Tutto ciò che io desidero dire è soltanto che in quanto a luce, calore, elettricità, ecc., e alle teorie relative, bisogna andar cauti e lenti nel fare affermazioni, diligenti nell' esaminare le prove e guardarsi da pregiudizi scientifici. L' uomo, che desidera progredire nella scienza, non deve crearsi da sè degli ostacoli sul suo cammino ».

Capitolo IV

Matrimonio — Esperienze sull' azione di una calamita sopra un reoforo mobile. — Cenni sul carattere del Faraday.

Il 1820 fu un anno memorabile per il Faraday, perchè egli si fidanzò in quell' anno con Sara Barnard, che gli fu cara compagna per tutto il resto della vita. Essa era figlia di un orefice, che era anziano nella chiesa Sandemaniana e aveva cinque figli; due maschi, Edoardo, intimo amico del Faraday, Giorgio e tre figlie. Una di queste era maritata con certo Reid, Sara era la seconda e aveva 21 anno.

Il Faraday era stato fino a quel tempo fieramente avverso al matrimonio. Aveva espresso queste sue convinzioni anche in una poesia che aveva scritto nel suo libro di note. A questa poesia appartenevano i seguenti versi:

What is 't that oft to an enemy turns a friend?
What is 't that promising never attains its end?
What is 't that comes in false deceitful guise
Making dull fools of those that 'fore were wise?
'Tis Love (1)

---

(1)
Che cosa è ciò che fa spesso d'un amico un nemico?
Che cosa è ciò che, promettendo sempre, non riesce mai ad appagare?
Che cosa è ciò che si presenta sotto sembianze false ingannevoli
E fa impazzire coloro ch' erano prima saggi?
È l' amore.

L'amico Edoardo Barnard, ebbe a leggere la poesia e ne parlò alla sorella. Fatta la conoscenza di questa, il Faraday rinnegò tosto la sua musa e pensò di ritrattarsi dirigendo la lettera seguente alla giovinetta

«Royal Institution» 5 Luglio 1820

«Ella mi conosce meglio di quel che io mi conosca. Ella non ignora le mie prevenzioni antiche e sa come oggi la penso. Le è nota la mia debolezza, la mia vanità, l'anima mia. È Lei che m'ha tratto dalla via dell'errore. Mi lasci sperare che compirà la mia conversione. Non creda che nel cercare di farmi voler bene da Lei, io pensi a me solo. Comunque io possa contribuire alla Sua felicità, sia presso a Lei, sia lontano da Lei, son pronto a tutto. Non mi affligga col togliermi la Sua amicizia, nè mi punisca per aver desiderato d'essere per Lei più che un amico col farmi meno di un amico. Se non posso avere di più, mi lasci ciò che possedo».

Miss Barnard mostrò la lettera al padre e questi per tutta risposta le disse che l'amore fa impazzire anche gli scienziati. Per prender tempo a decidersi la ragazza lasciò Londra e andò con sua sorella a Ramsgate sul mare, ma il Faraday la raggiunse colà. Le nozze furono decise ed avvennero il 12 Giugno 1821.

Poche persone vi assistettero. Il Faraday volle che fosse un giorno come gli altri. «Nessuna fretta, nessun chiasso, niente confusione..... Cercheremo la nostra gioia nel nostro cuore e la troveremo». Fu concesso al Faraday di abitare anche con la moglie alla «Royal Institution», ma fino a che visse il padre di lei, tennero la consuetudine di andare ogni Sabbato a passare la sera in casa Barnard, e rimanervi fino alla sera della Domenica.

L'affetto che legò allora il Faraday e sua moglie si mantenne costante finchè durò in loro la vita. Il Tyndall così ne parla: «Io credo che non vi sia mai stato amore più virile, più puro e più costante. Come un limpido diamante esso continuò a mandare per 46 anni la sua bianca purissima luce».

Oltre la testimonianza di tutti gli amici del grand'uomo ne fanno fede le lettere scritte dal Faraday a sua moglie, che serbarono sempre lo stesso tuono di semplice e schietta affezione. Riporto qui sotto alcuni brani di una lettera scritta nel 1822. Gli stessi sentimenti informano le lettere scritte negli ultimi anni, quando le visite ai fari della costa inglese costringevano il Faraday a qualche giorno di assenza.

La lettera che segue fu scritta mentre la moglie e la suocera erano a Ramsgate ed egli a Londra si disponeva ad andare a Swansee con l'amico Phillips per visitarvi le officine di certo Vivian e mettervi alla prova un nuovo metodo di estrazione del rame.

«Vedo bene che se dessi corso ai miei pensieri, non ti parlerei al solito che del mio affetto, e non ti darei nemmeno una briciola di notizie. Perchè ciò non avvenga mi sforzerò di narrarti tutto ciò che è avvenuto dacchè ti lasciai fino ad oggi e poi lascerò parlare il mio cuore....».

«..... La giornata di ieri è stata piena d'avvenimenti..... piccoli, ma piacevoli. Al mattino sono andato alla «Institution» e nel corso del giorno ho fatto l'analisi dell'acqua e l'ho mandata al signor Hatchett. Il signor Lawrence venne da me e mi trattò con la solita generosità..... Egli insistette perchè accettassi due biglietti da dieci sterline per le notizie che egli dice d'aver avuto da me in tempi diversi. Non è questa una bella cosa? Questo danaro, come tu sai, non po-

teva venire più a proposito e io non vedo alcuna ragione, mia cara, perchè noi non dobbiamo considerare ciò come un altro argomento fra tanti per riporre senza alcuna riserva la fede in Lui, che a tutto provvede per il suo popolo... ».

« Domani io dovrò disporre ogni cosa per la partenza, e avrò abbastanza da fare. Penso che partiamo per una grande missione e in nobile compagnia, sicchè io devo prendere con me parecchi abiti. Queste venti lire che ho ricevuto, mi han messo in capo delle idee grandiose ».

« Ed ora dimmi come sta la mia cara moglie e la mamma. State proprio bene? È buono l'alloggio? Siete contente? Il soggiorno vi giova? È bello il tempo? Dammi tutte queste notizie quanto più presto puoi. Io penso che se tu scrivi subito, appena ricevuta questa lettera, sarà meglio di tutto, ma bada di scrivere a lungo. Non ho mai desiderato tanto una lunga lettera da te come ora. La mia ti arriverà Martedì e una tua non può giungermi a Swansea prima di Giovedì o Venerdì. Pur troppo ho da aspettare un bel pezzo... ».

« E ora, mia cara ragazza, metto gli affari da parte.... Ho bisogno di parlarti del mio affetto; nè ci può essere occasione più propizia. Era questo un tema lieto e delizioso prima che noi fossimo uniti, ora poi tanto più. Ora posso parlare non solamente del mio cuore, ma anche del tuo. Adesso non ho più i dubbi che avevo sui tuoi pensieri, ora so che rispondono ai miei. So che ora tu sei pronta a ricambiarmi tutte le parole affettuose, che posso dire a te. L'immenso piacere che provo nel saperti mia è raddoppiato dalla certezza che tu senti egual gioia nel pensare a me. Oh, mia cara Sara, i poeti possono affaticarsi a descrivere la felicità di due cuori che si amano, gli artisti possono tentare

di rappresentarla, ma ciò è al di sopra de' loro sforzi, nè vi possono arrivare col pensiero, se quella felicità non l'han provata. Io l'ho provata e la provo, ma nè io, nè altri può descriverla, nè ciò è necessario. Noi siamo felici e il nostro Dio ci benedisse dandoci un migliaio di ragioni per esser felici: A domani.....»

Dall'ufficio di assistente il Faraday fu promosso nel 1821 a quello d'ispettore dell'Istituto e del Laboratorio, ma lo stipendio rimase quel che era prima, cioè di cento sterline all'anno.

Poco prima, alla fine del 1819 o sul principio del 1820 l'Oersted, professore a Copenhagen, aveva fatto una delle più importanti scoperte del secolo. Eran passati vent'anni dacchè il Volta aveva inventato la pila e, quantunque il concetto che tra l'elettricità e il magnetismo dovessero sussistere delle relazioni non fosse nuovo e parecchi si fossero adoperati per iscoprirle, un fatto facile a verificarsi quale è quello che per primo l'Oersted notò, era sfuggito a tutti. Fu creduto e si ripete ancora che il Romagnosi, il famoso giureconsulto, facesse questa scoperta nel 1803. Ma il Govi dimostrò che il fatto osservato dal Romagnosi era un fenomeno di attrazione esercitata per induzione elettrostatica dei poli della pila staccati l'uno dall'altro sui poli dell'ago. S'era tentato di magnetizzare degli aghi di acciaio facendo scoccare su essi delle scintille elettriche, perchè si sapeva che il fulmine aveva magnetizzato dei pezzi d'acciaio, dei coltelli, e simili oggetti, ma non s'era mai ottenuto alcun buon effetto. La scoperta dell'Oersted non fu fatta a caso. Da più tempo egli pensava al legame che, a suo parere, doveva esistere tra i fenomeni elettrici ed i magnetici. Un ago di ac-

ciaio, che sia stato magnetizzato, se vien sospeso o ponendolo sopra una punta o sostenendolo con un filo, in modo che esso si possa movere in piano orizzontale, si orienta sotto l'azione della terra e prende col suo asse longitudinale una posizione che fa un piccolo angolo con la direzione Sud-Nord, cioè col meridiano astronomico.

Facendo passare una corrente elettrica in vicinanza di un tale ago, l'Oersted osservò che questo si allontanava dalla sua posizione di equilibrio, che dopo qualche oscillazione ne assumeva un'altra e che rimaneva così deviato finchè la corrente passava (1).

---

(1) A proposito della scoperta dell'Oersted ha importanza storica ciò che scriveva al Faraday il prof. Hamsteen da Cristiania nel Dicembre del 1857.

« Il prof. Oersted fu un uomo di genio, ma era poco abile nello sperimentare: non sapeva maneggiare gli strumenti. Bisognava che l'ajutasse alle volte qualcuno degli uditori. Io in qualità di uditore gli prestai spesso un tale ajuto. Già nel secolo scorso si pensava da molti che tra elettricità e magnetismo vi fosse molta conformità e forse identità: rimaneva però da dimostrar la cosa con l'esperienza. L'Oersted provò a disporre il filo della sua pila perpendicolarmente all'ago magnetico, ma non vide alcun movimento. Una volta alla fine d'una sua lezione, nella quale aveva usato una forte pila per altre esperienze, disse: proviamo ora, poichè c'è la pila, a porre il filo parallelamente all'ago. Vide allora con gran meraviglia che l'ago faceva una grande oscillazione e che deviava fin a disporsi quasi perpendicolarmente al meridiano. Disse allora: invertiamo la corrente; e vide deviare l'ago dall'altra parte. La grande scoperta era fatta. Fu detto, non senza ragione, che egli v'inciampò per accidente. Egli non aveva prima nessuna idea che la forza dovesse essere *trasversale*. Ma, come disse il Lagrange, a proposito del Newton, sono accidenti che succedono solo a coloro che se li meritano ».

Questo fatto aprì la via ad una serie d'indagini, che fecero rapidamente progredire la conoscenza dei fenomeni elettrici. L'Ampère presentò nel Settembre del 1820 all'Accademia di Parigi la teoria delle azioni esercitate dalle correnti sulle calamite e poco dopo mostrò come due correnti elettriche parallele si attraessero o si respingessero a seconda che avevano il medesimo senso o senso opposto, come la terra agisse sopra un reoforo mobile, come un'elica di filo di rame percorsa da corrente avesse proprietà simili a quelle di una calamita e altri fatti di somma importanza.

L'Arago, il Biot ed il Savart contribuirono pure grandemente in quel tempo al progresso di questi studi. Il Faraday, che fino allora s'era dato di preferenza alla Chimica, fu attratto da quel rapido succedersi di scoperte importanti e ne pubblicò una breve storia negli « Annals of Philosophy », parte nell'Ottobre del 1821 e parte nel Febbraio dell'anno successivo. Anche il Davy e il Wollaston avevano fatto esperienze di elettromagnetismo. Nel Novembre del 1821 il Davy aveva letto alla Società Reale una lettera diretta al D.r Wollaston, che conteneva la descrizione di numerose esperienze sulla magnetizzazione del ferro e dell'acciaio per effetto di una corrente elettrica. Il Faraday n'ebbe incitamento a far qualche esperienza sua propria e con quella sua costante tendenza a mettere in chiaro con la massima precisione le condizioni, in cui i fenomeni avvengono per cercare di stabilirne le leggi, si propose di dimostrare che una corrente, agendo sopra un polo magnetico, tendeva a farlo girare intorno a sè e che l'azione fra corrente e polo era reciproca. Gli apparecchi da lui costruiti a tal fine furono descritti in una sua nota pnbblicata nel « Quarterly Journal of Science » del 1821 e meglio in un' altra pubblicata nel Gennaio del 1822

nel giornale medesimo. Gli apparecchi erano ingegnosi e l'aver stabilito i due fatti, della rotazione d' un polo magnetico intorno ad una corrente e di quella d'un filo percorso da corrente intorno ad una calamita era cosa di grande importanza, che veniva a confermare la giusta teoria e togliere di mezzo tante false idee che allora venivano comunemente accettate intorno alle azioni reciproche delle correnti e delle calamite. Ma questo scritto, che segnava il primo passo del Faraday sulla via ch'egli doveva percorrere con tanta gloria, fu origine per lui di grandi amarezze. Il D.r Wollaston aveva prima del Faraday pensato a mettere in chiaro come le azioni tra calamita e reofori potessero dare origine a rotazioni. Già nell'agosto del 1820 egli aveva cercato di dimostrare che per effetto d' una calamita un filo percorso da corrente poteva venir fatto rotare. Ma i tentativi fallirono.

Quando il Faraday pubblicò la sua nota, fu detto ch'egli aveva preso l'idea dal Wollaston, il quale aveva fatto le sue esperienze alla « Royal Institution » e gli si fece gran torto per non avere nel suo scritto fatto alcun cenno di chi l'aveva preceduto ed aveva tra gli scienziati un posto ben più elevato del suo. Il Faraday ne fu molto commosso e per qualche tempo la serenità dell'animo suo fu turbata da tale sospetto. Chiese un colloquio al Wollaston e le spiegazioni che ne seguirono valsero apparentemente ad aggiustare la cosa; ma dopo due anni, quando il Faraday fu candidato alla Società Reale, l'accusa ricomparve e per poco non impedì la sua nomina.

Delle idee che aveva allora il Faraday sull'elettromagnetismo ci informa una lettera da lui scritta al de la Rive il 12 Settembre 1821. Eccone qualche brano.

« Prima che mi giungesse la vostra lettera, io ci

aveva poco pensato (alla teoria dell'Ampère), perchè in fatto di teorie fisiche sono molto scettico e perché aveva riscontrato una soverchia deficienza di prove sperimentali. Di poi studiai l'argomento ed anzi scrissi una memoria per il nostro giornale, che sarà pubblicata fra quindici giorni. Essa contiene la descrizione di alcune esperienze che potranno esser impiegate dall'Ampère a sostegno della sua teoria molto meglio di quello che posso far io ».

« Io dimostrai che le supposte attrazioni e ripulsioni fra ago e correnti sono illusioni. Non c'è nè attrazione, nè ripulsione, nè i movimenti che si osservano sono effetto di forze attrattive o ripulsive, bensì di forze che risiedono nel filo stesso, che non tendono ad avvicinare il polo al filo, nè ad allontanarlo, ma tendono a farlo girare circolarmente intorno al filo, finchè la corrente passa. Mi riuscì di dimostrare sperimentalmente questo movimento e di far girare il filo intorno al polo oppure il polo intorno al filo, a mio piacere ».

« La legge del fenomeno è semplice e bella. Imaginatevi un filo disposto nella direzione Nord-Sud coll'estremità Nord congiunta col polo positivo della pila e l'altra col polo negativo. Un polo Nord si moverebbe intorno a quel filo nello stesso senso del moto apparente del sole cioè da Est ad Ovest al di sopra e da Ovest ad Est al di sotto. Se si scambiano i poli della pila, cambia il senso del movimento del polo e un polo Sud si moverebbe in senso opposto a quello, in cui si move il polo Nord ».

«..... Potei anche mettere in chiaro l'analogia fra un solenoide e una calamita, ma non sono punto sicuro che esistano correnti nelle calamite..... e resterò in dubbio intorno alla teoria dell' Ampère fino a che

l' esistenza dalle correnti elettriche nelle calamite non verrà dimostrata mediante azioni diverse dalle magnetiche ».

Fu il 3 Settembre 1821 che il Faraday, mentre in compagnia del cognato lavorava intorno ai suoi apparecchi, vide moversi il reoforo intorno alla calamita. Egli ne provò tanto piacere, che si pose a ballare per la stanza e a gridare « finalmente si move, finalmente ci son riuscito ». E volle che la serata si passasse allegramente al circo equestre di Astley. Più tardi, il giorno di Natale dello stesso anno, riuscì al Faraday di ottenere il movimento d' un reoforo per effetto del magnetismo terrestre. Il cognato, ch' era anche allora presente, narrò ch'egli d'un tratto esclamò « Vedi, Giorgio, vedi ? » e disse ch' egli non avrebbe mai dimenticato l' entusiasmo, che apparve in quell' istante negli occhi e in tutto il viso del Faraday. Questi fece tosto venire la sua giovine sposa perchè vedesse il portento.

Raccogliamo qui alcuni cenni che valgano fin d' ora a tracciare il carattere del Faraday come scienziato e come uomo.

Egli aveva la consuetudine di scrivere nel suo libretto di note le varie idee che gli passavano per la mente intorno a cose scientifiche. Questi libri vennero in parte conservati. Da questo costume egli asseriva di aver tratto molto vantaggio. e diceva che ogni scienziato dovrebbe seguirlo. Si trovano in quelle note i germi di molte ricerche future e le traccie delle sue meditazioni sopra problemi, che continuamente lo travagliavano.

Dell' ardore, con cui cercava la verità, della gioia che provava nel veder avverate le sue previsioni, del

calore con cui seguiva le altrui scoperte, molte prove si possono addurre.

Quando il Plücker, venuto a Londra, gli fece vedere l'azione della calamita sopra la scarica luminosa, il Faraday parve impazzire per la gioia.

Degli spettacoli naturali quelli che più lo attraevano, erano i tramonti con i graduati mutamenti di colore, e i temporali con i lampi ed i fulmini. Com'egli si piacesse nell' ammirare i tramonti dicono i ricordi di sua nipote. Quando s'avanzava un temporale, soleva mettersi alla finestra e senz'ombra di timore, come assorto in una visione celeste, assisteva al grande spettacolo. Talvolta andava incontro al temporale a piedi o in carrozza per meglio contemplarlo.

Questo ardore, questa passione gli fece rivolgere tutte le forze alla sua grande opera e in ciò sta in parte il segreto dei suoi fortunati successi.

Il fervore, ch'egli poneva nelle sue indagini non era, come spesso avviene, di breve durata e tanto più rapido a cadere quanto più intenso nei primi istanti. Un'ammirabile tenacia lo accompagnava nelle grandi e nelle piccole cose. Un giorno egli stava disponendo alcuni apparecchi insieme col Murray fabbricatore di strumenti scientifici quando gli cadde di mano un pezzo di vetro. Egli fece alcuni tentativi infruttuosi per raccoglierlo e l'altro gli disse « Lasci stare, chè non importa ». A ciò il Faraday rispose: « No Murray, io voglio sempre spuntarla in ogni cosa, che mi son proposto di fare ».

Certi problemi, la cui soluzione costituisce la sua gloria, per anni ed anni tenne innanzi alla mente. Li affrontava di tanto in tanto e se l'assalto veniva respinto, non abbandonava la speranza d'una vittoria futura. Così può dirsi, ad esempio delle relazioni fra

l' elettricità e la luce che fin dal 1822 gli avevano suggerito certe esperienze infruttuose: solo nel 1845 riuscì a dimostrarle e per altra via. Così la scoperta dell' induzione magnetoelettrica pare che attirasse il suo pensiero fin del 1822 e fu compiuta nel 1831.

La modestia e l' umiltà erano sue virtù, ma non è da credere ch' egli fosse fiacco e facile a rimettersi alle altrui opinioni o all' altrui volontà o che gli mancasse il coraggio di lottare. Anzi talora nelle questioni scientifiche fu soverchiamente vivace e nelle vita comune, quando fosse da difendere un debole contro un violento, non esitava.

In una sua lettera al Matteucci del 1853 sta scritto:

« Io vedo che ciò che vi irrita di più, è ciò che irriterebbe anche me, cioè l' accusa di mala fede: ed io son sempre pronto ad abbracciare la causa di chi venga accusato di ciò ingiustamente. Questi casi, a mio parere, sono i soli, in cui valga la pena di entrare in polemica. Io fui più d' una volta frainteso, spesso le mie parole furono interpretate a torto, qualche volta l' opera mia fu ingiustamente trascurata, ma soltanto nei casi, in cui mi si accusò di slealtà, mi sentii obbligato a rispondere ».

Sentiva grandemente il decoro della scienza e non voleva ch' essa s' inchinasse a chi non ne riconoscesse la maestà. « Quando Garibaldi fu a Londra, un membro della « Institution » disse al Faraday: « Bisognerebbe invitare Garibaldi ad una conferenza del Venerdì ». E il Faraday rispose: « Se Garibaldi crede di poter imparare qualche cosa da noi, sia il benvenuto ».

Non v'era nell' animo suo traccia d' invidia, ed egli si rallegrava intimamente quando aveva modo d' esaminare una scoperta od un' invenzione altrui. Avremo occasione più innanzi di dar delle prove di ciò. Il Dumas narra

del colloquio tra il Faraday e il Foucault, nel quale quest' ultimo mostrò e descrisse al primo i suoi ammirabili apparecchi. « Quando questi due uomini », egli dice, « con le mani strette e con gli occhi umidi ma pieni di vita, si ringraziavano senza parlare, l' uno del piacere, che aveva provato, l' altro dell' onore, che aveva ricevuto, io dico che quegli sguardi e quella stretta venivano da luoghi lontani dalla terra e salivano più in su che la terra ». E il Foucault dopo aver dato saggi insigni del suo genio, benchè di venti anni più giovane del Faraday, doveva morire poco dopo di questo e nell' ultimo tempo di sua vita soffrire il tormento di non saper più trovare le parole adatte ad esprimere le idee che parevano ancora affollarsi alla mente.

Capitolo V.

Esperienze sulla liquefazione dei gas. — Il Faraday viene proposto a membro delle Società Reale e promosso a direttore di Laboratorio. — Lettura Bakeriana. — Studi sul vetro per istrumenti ottici. — Scoperta dell' induzione magnetoelettrica. — L'elettrolisi e l'autoinduzione. — Ricordi di miss Reid sul modo di vivere del Faraday.

Nel 1823 il Faraday pubblicò due scritti importanti l'uno sul cloro liquido, l'altro sulla liquefazione dei gas. Egli aveva nei primi mesi di quell'anno, essendo assente il Davy, impreso lo studio di una sostanza ch'era stata creduta cloro solido e che il Davy nel 1810 aveva definito come idrato di cloro. Fu dietro un suggerimento datogli dal Davy che il Faraday riuscì a liquefare il cloro.

Una lettera al de la Rive in data 24 Marzo 1823 dà qualche ragguaglio su queste esperienze.

«Io ho lavorato molto in questo ultimo tempo e ho ottenuto dei risultati, che spero vi piaceranno. Fui interrotto due volte da scoppii, due volte in otto giorni. Dall'uno ebbi una scottatura presso agli occhi, dall'altro una ferita pure agli occhi, ma furon cose leggere e sono quasi guarito. Durante l'inverno studiai l'idrato di cloro e pubblicai intorno ad esso una nota... Sir H. Davy mi suggerì di sottoporlo a pressione e di esaminare ciò che ne avviene scaldandolo..... Lo chiusi in un tubo di vetro, scaldai e ottenni due liquidi sepa-

rati l'uno dall'altro. Riconobbi poi che il cloro e l'acqua s'erano divisi e che il cloro, non potendo sfuggire, s'era liquefatto..... Scrissi una memoria che fu letta alla Società Reale e il Presidente (Davy) mi fece l'onore d'apporvi una nota, nella quale indicò l'importanza e l'utilità di questo modo di produrre pressione nella liquefazione dei gas. Egli immediatamente riuscì a liquefare l'acido muriatico con lo stesso metodo e proseguendo l'esperienze dietro suo consiglio potei liquefare l'acido solforoso, l'acido carbonico, l'idrogeno solforato. Alcuni di questi gas esigono forti pressioni ed ebbi parecchi scoppii... ».

È in una memoria di quest'anno (1823) che il Faraday accenna all'uso del tubo piegato riscaldato da un lato e raffreddato dall'altro che gli diede modo di liquefar parecchi gas (1).

Venti anni dopo il Faraday ritornò allo stesso argomento.

Fu nel 1823 che il chimico Riccardo Phillips, che era amico del Faraday e apparteneva alla Società Reale, ne propose la candidatura a membro della Società stessa. Era necessario che la proposta di un nuovo membro venisse accompagnata da una dichiarazione che indicasse i meriti del candidato e fosse firmata da un certo numero di soci. Questo scritto doveva venir letto in dieci successive adunanze, dopo di che si procedeva alla votazione. Il certificato in favore del Faraday raccolse ventinove firme. La prima era quella del Wollaston; mancavano le firme del Davy e del Brande, ma forse, dice il Jones non vi potevano essere perchè l'uno era presidente, l'altro era segretario e forse, come tali, non

---

(1) Exp. Res. in Chemtstry ecc. p. 84.

potevano firmare. Tuttavia è certo che il Davy non vide di buon occhio la proposta e cercò anzi di opporvisi. Parecchi anni dopo il Faraday raccontò ad un amico, che il Davy lo aveva in quell' occasione consigliato a ritirarsi, a che egli aveva risposto che non poteva far ciò per riguardo ai proponenti. Il Davy gli suggerì di persuadere questi a rinunziare allr loro proposta e il Faraday rispose che certamente non avrebbero seguito tale consiglio. « Ebbene » soggiunse il Davy, « farò io ritirar la proposta » e il giovine rispose esser certo che sir Humphry Davy farebbe ciò che crederebbe più vantaggioso alla Società Reale. Pare che il Davy poi mutasse pensiero. La votazione fu fatta e il Faraday fu eletto con tutti i voti, eccetto uno. Ma prima di questa votazione, che avvenne l' otto Gennaio 1824, nuovi ostacoli dovettero essere superati. Gli amici del Dott. Wollaston, e specialmente il Dott. Warburton richiamarono in vita le antiche accuse poco fa menzionate, contro il Faraday rispetto alla priorità dell' esperienza sulla rotazione d' un reoforo per effetto d' una calamita. Le spiegazioni date dal Faraday ebbero per effetto che l' opposizione svanì. Lo stesso Dott. Warburton dichiarò che ritirava ogni obbiezione alla candidatura e che si proponeva anzi di favorirla.

Come risulta da ciò che s' è ora detto e da altri fatti narrati prima, la benevolenza del Davy per il Faraday era contrastata da un mal celato sentimento d' iuvidia o dal desiderio di mantenere fra lui e il suo illustre allievo la distanza che i meriti di questo andavano rapidamente accorciando. Ma il Faraday non dimenticò il bene che aveva ricevuto dall' insigne chimico e volle piuttosto dimenticare le umiliazioni che ne aveva patite.

Racconta il chimico Dumas come il Faraday non

tollerava che si portasse la più piccola offesa alla memoria del suo maestro. « Trovandomi con lui — egli dice — a casa sua a colazione, vent' anni dopo la morte del Davy, egli notò che io rispondeva freddamente agli elogi ch' egli faceva del Davy stesso ricordandone le grandi scoperte. Egli lasciò cadere il discorso, ma finito di mangiare, mi fece discendere nella biblioteca della « Royal Institution » e arrestandomi davanti al ritratto del Davy, mi disse: « Non vi pare che fosse un grand' uomo? », e volgendosi aggiunse: « Fu qui che mi parlò la prima volta ». Io m' inchino, scendiamo al laboratorio, il Faraday prende un registro, lo apre e mi indica col dito le parole scritte dal Davy nell' istante, in cui sotto l' azione della corrente aveva visto apparire il primo globulo di potassio, che mano d'uomo avesse isolato. Intorno ai segni tecnici che indicavano la scoperta, il Davy aveva tracciato con mano tremante un cerchio, che li distinguesse dal resto. Le parole « Capital Experiment », ch' egli scrisse al di sotto, non possono leggersi senza commozione da alcun chimico. Io mi dichiarai vinto e mi unii al mio buon amico nello esprimere ammirazione per il suo maestro. Il Faraday, come si vede, si ricordava delle lezioni del Davy e delle sue grandi scoperte e gli perdonava il suo orgoglio ».

Nel Febbraio del 1825 avendo sir H. Davy attestato che l' ingegno e l' opera del suo assistente, meritavano maggiore compenso, gli amministratori della « Royal Institution » decisero che il Faraday venisse promosso alla carica di direttore di Laboratorio, sotto la vigilanza del professore di Chimica. Come tale istituì delle riunioni serali per i membri del Laboratorio, nelle quali si eseguivano delle esperienze. Più tardi esse si tramu-

tarono nelle conferenze delle sere del Venerdì, di cui è stato parlato sopra.

Nel 1827 tenne un corso di dodici lezioni sulle operazioni chimiche di Laboratorio e ritornò sull'argomento l' anno successivo. Pubblicò pure nel 1827 un volume intitolato « Chemical Manipulations », del quale si fece una seconda edizione nel 1830 e una terza nel 1840. Poi non volle acconsentire ad altre ristampe. Una traduzione francese per opera dei signori Maiseau e Bussy ne fu fatta nello stesso anno 1827. Fu questo il solo libro propriamente detto che il Faraday pubblicasse.

Rifiutò in quel tempo l' offerta della cattedra di Chimica nell' università di Londra, e nel ringraziare per l' offerta così diede ragione del rifiuto. « Io mi tengo obbligato a fare per la « Royal Institution » tutto ciò che posso, appunto ora che dobbiamo sforzarci di assicurarne le sorti. Da quattordici anni questo istituto mi fu sorgente di sapere e di bene, e benchè esso non mi dia uno stipendio corrispondente a ciò che io mi sforzo di fare, io vi godo però dell' amicizia e della benevolenza di tutti e godo di tutti i privilegi che i direttori di esso possono concedere e ch' io posso desiderare. Oltre a ciò io penso alla protezione che essi mi accordarono nei primi tempi della mia vita scientifica. Queste circostanze insieme con la mia piena convinzione che l' istituto è molto utile e buono e con la forte speranza che i miei sforzi saranno coronati da buon successo, mi hanno fatto prendere la decisione di consacrare a questo istituto ancora almeno due anni, perchè credo che dopo tal tempo la sua esistenza sarà assicurata ».

Anche i corsi di lezioni per i ragazzi furono istituiti allora da lui. Nel 1828 a Natale diede uno di tali corsi di sei lezioni sulla Chimica e questo incontrò

gran plauso e favore. Il Faraday stesso ne deve esser rimasto soddisfatto, perchè nelle sue note sta scritto che quel corso riùscì quale doveva essere tanto per l' argomento, quanto per la forma.

Nell' anno stesso tenne la conferenza detta Bakeriana alla Società Reale trattandovi della fabbricazione del vetro per gli strumenti ottici. Egli era stato chiamato insieme con l' Herschel e col Dollond a comporre una commissione che aveva l'incarico di promovere il perfezionamento dei metodi di costruzione del vetro destinato a strumenti d' ottica. In generale si lamentavano le imperfezioni che si riscontravano in quell' arte e gli ostacoli che ne venivano ai progressi della scienza. « Il Dollond », diceva il Faraday in quella lettura « benchè sia uno dei nostri ottici più valenti, non potè in cinque anni ottenere una lente di flint di quattro pollici e mezzo di diametro, adatta per un telescopio, nè in dieci anni potè costruirne una di cinque pollici ».

Il Faraday era stato incaricato di studiare praticamente la composizione e le fabbricazione di varie qualità di vetro, e fu per questo lavoro ch' egli ebbe per la prima volta ad assistente quell' Anderson che gli fu fedele e affezionato compagno di laboratorio negli anni successivi. Era questo un vero soldato che faceva quanto gli veniva ordinato, nulla più e nulla meno. Un aneddoto, che l' Abbott raccontò al Gladstone e che questi riferì nella biografia del Faraday, mostra come egli si attenesse alla stretta obbedienza militare, che vieta ogni discussione. Egli aveva l' ordine di tenere i forni per il vetro alla stessa temperatura per tutto il giorno. Alla sera egli veniva sempre lasciato in libertà, ma avendo il Faraday una sera dimenticato di mandarlo a casa, lo trovò al mattino successivo sempre intento ad alimentare i focolari dei forni, che aveva tenuti accesi per tutta la notte.

Il tentativo di perfezionare la fabbricazione dei vetri per l'ottica fu considerato dal Faraday come fallito. Egli ne ricavò soltanto quel vetro detto pesante che fu usato da lui in altri studi e dall'Amici nei suoi microscopi. Ma la commissione della Società Reale, ch'era stata nominata per promovere e dirigere quelle indagini non fu della stessa opinione e avrebbe voluto che il Faraday continuasse quei tentativi, giudicando che il vetro da lui costruito e adoperato per un telescopio avesse delle buone qualità. Il Faraday però, che vedeva come questo lavoro esigesse moltissimo tempo e desse poche speranze di buon successo, chiese d'esserne dispensato.

Nel 1829 egli accettò una cattedra all'Accademia militare di Woolwich con l'obbligo di fare venti lezioni per anno. Contro il suo costume, quando gli fu offerto quell'ufficio, egli pose per condizione che lo stipendio fosse di 175 sterline, perchè la nuova carica gli avrebbe tolto gran parte del tempo ch'egli impiegava nelle analisi chimiche per i privati, donde traeva un guadagno notevole.

Riporto qui un brano d'una lettera diretta dal Faraday al cognato il 23 Luglio 1826 da Niton nell'isola di Wight. Essa ci dà un saggio della sua placida filosofia.

« *Caro Edoardo*

« .... Perchè mi scrivi così triste? Tutto è malinconico nella tua lettera, le tue considerazioni, la poesia, tutto.... Io spero che sia cosa passeggera perchè non posso credere che d'un tratto la vita abbia mutato aspetto per te.... Spero quindi che la mia lettera ti troverà rasserenato e in atto di ridere dei foschi pensieri che ti passavano per il capo quando mi scrivesti. In queste

sere io ho contemplato il cielo da queste colline: le nubi si addensavano quando io non me l'attendeva: si dissolvevano, quando mi pareva che dovessero rimanere: lasciavan cadere la pioggia con mio gran dispetto, ma facendo un gran bene ai campi vicini; poi si squarciavano e si coloravano con tinte incantevoli e deliziose per me, che avevo creduto di dover passeggiare sotto un cielo grigio. Così il mio giudizio che stimavo ben fondato stando alle apparenze, era, almeno in parte, sbagliato, e la conclusione era sempre questa, che tanto il fine era benefico quanto i mezzi per raggiungerlo erano belli. Così è nella vita. Benchè io non possa lagnarmi d'essere stato involto molto a lungo fra le nebbie della sventura, pure so abbastanza che tante cose, le quali vengono considerate come disgrazie, sono tali soltanto dal nostro punto di vista e anche volgono talvolta in bene. Non credere che io non prenda parte alle disgrazie degli altri e che io non mi curi di quelle che minacciano i nostri amici. Io sento pietà per coloro che sono oppressi da mali reali o imaginarii e so che questi ultimi possono esser tanto gravi quanto quelli. Ma credo che un certo grado di fermezza e di placidità viene a me da una convinzione, per la quale non ho alcuna pretesa d'essere chiamato scienziato o filosofo; essa venne anzi spesso biasimata come apatia. Qualunque cosa ciò sia, essa lascia la mente disposta e pronta a fare tutto ciò che può esser utile, mentre mi risparmia il dolore che produce il vedere le cose nel loro peggiore aspetto. La mia convinzione è questa: in ogni specie di conoscenza io vedo che le mie idee sono insufficienti e il mio giudizio imperfetto. Quando faccio esperienze, io vengo a conclusioni che in parte son giuste, in parte sono sicuramente sbagliate: se io le correggo con altre esperienze faccio un altro passo, l'er-

rore è diminuito, ma ne resta sempre una parte. Lo stesso avviene nel giudicare gli errori degli altri e le loro intenzioni; nei casi più favorevoli posso vederne una buona parte, ma l'insieme mi sfugge. Nelle cose della vita è lo stesso: il mio parere sopra una certa cosa è diverso a seconda della distanza da cui la guardo, e il miglior modo di sfuggire un male, che mi minaccia, non è mai quello che mi viene in mente per primo. Ora quando in generale, in ogni specie di conoscenza e di esperienza, l'andamento è lo stesso, oscuro per noi, ma diretto a buon fine, e quando tutti gli avvenimenti sono evidentemente ordinati da una potenza che ci conferisce continuamente dei benefizi e che da ultimo ha sempre diritto alla nostra riconoscenza, benchè operi con mezzi e in modi che ci restano ignoti, non è egli giusto di sospendere il nostro giudizio, se il cielo è fosco e, provvedendo al modo migliore di difenderci dalla burrasca, sostenere l'animo nostro col pensiero del bene che ne verrà? L'esperienza del passato non ci dimostra che, operando così, è probabile che abbiamo ragione anzichè torto? »

Merita d'esser riferita una lettera che l'Ampère dirigeva al Faraday nel 1830, prima cioè che cominciasse per lo scienziato inglese l'era delle sue grandi scoperte:

« *Caro collega*

Parigi, 13 Ottobre 1830

« Da molto tempo volevo scrivervi, ma attendevo d'aver qualche cosa da offrirvi. Benchè ora non abbia nulla di compiuto, approfitto del viaggio a Londra del buon amico nostro Unterwood per attestarvi i sentimenti della più sincera amicizia e della riconoscenza,

che, come amante della scienza, provo per l'autore di tanti lavori che ne hanno allargato e spianato il cammino ».

« La chimica e la fisica devono a voi delle mirabili scoperte e per conto mio proprio, io vi son debitore per le belle esperienze sulla rotazione delle calamite, con che confermaste le mie asserzioni sulle cause di quei fenomeni. Scrissi una memoria, dove trattai minutamente quell'argomento. Il signor Unterwood ve ne porterà una copia, che vi prego di accettare.... Vi prego d' accogliere i miei omaggi e i voti perchè voi possiate, a vantaggio della scienza, aggiungere alle belle scoperte già fatte altre scoperte che dieno origine a nuovi progressi ».

Nel 1831 il Faraday, come attesta la lettera testè trascritta, aveva già raggiunto un alto grado fra gli scienziati. Aveva pubblicato sessanta memorie, parecchie delle quali avevano portato a pubblica notizia fatti nuovi ed importanti sia di Fisica, sia di Chimica. Ma fu in quell' anno che cominciò il periodo della sua grande attività come scopritore, fu in quell'anno che trovò l'induzione magnetoelettrica. Da questa scoperta prese le mosse quello sviluppo delle applicazioni dell'elettricità, che continua tuttora ed è ben lontano dall' aver raggiunto il suo compimento.

Un concetto, che, come s' è detto, era stato accolto e lungamente meditato dall' Oersted, quello che tutte le cause fisiche fossero strettamente legate fra loro, guidò il Faraday fin dai primi anni dei suoi studi sperimentali. Che gli effetti di una delle cause fisiche, gravità, calore, magnetismo, elettricità potessero secondo una certa ragione di equivalenza trasformarsi negli ef-

fetti di un' altra egli credette dal principio alla fine della sua vita scientifica. Da questa credenza è ispirata la parte più importante dell' opera sua. A questa fede vanno attribuite le sue vittorie.

Nel libro di note ch'egli usava nel 1822, dove registrava prontamente, poco fidando nella sua memoria, tutte le idee che gli si presentavano alla mente, sta scritto « *Cambiare il magnetismo in elettricità* ». E in quell' anno stesso pare che facesse i primi tentativi, non si sa bene in qual modo, ma senza buon successo. Nel 1825 ritentò la prova partendo da questo concetto. Poniamo di avere una pila e che la corrente di questa percorra un filo di rame. Una parte di questo filo sia avvolto ad elica. Un galvanometro sia inserito nel circuito. A seconda che nell'elica sta una calamita o no dovrebbe la corrente, pensava il Faraday, avere una diversa intensità. Nello stesso modo che la corrente, la quale percorre il filo, è atta a produrre una modificazione del grado di magnetizzazione della calamita, dovrebbe la calamita produrre qualche modificazione della corrente. Noi sappiamo, appunto per la scoperta fatta più tardi dal Faraday, che una tale modificazione si manifesta istantaneamente quando la calamita s' introduce nell'elica, e quando la si ritrae, ma sappiamo pure che quando le condizioni sono costanti, la presenza della calamita non altera sensibilmente il valore della corrente. Fosse la sensibilità del galvanometro troppo piccola o il modo di sperimentare fosse tale da non dar modo di avvedersi dei mutamenti istantanei della corrente, il Faraday non vide nulla di notevole. Egli pubblicò la descrizione del suo tentativo nel « Quarterly Journal of Science » del 1825.

L' esperienza fortunata del 1831 fu fatta in modo

ch'equivaleva all'introdurre in un'elica di filo di rame, che faceva parte d'un circuito, in cui era un galvanometro, ma non era alcuna pila, un nucleo di ferro magnetizzato mediante una corrente. L' esperienza era disposta così. Un anello di ferro dolce era avvolto in due porzioni diverse e diametralmente opposte con filo di rame. Uno di questi avvolgimenti stava in un circuito, in cui era un galvanometro. L'altro stava in un circuito, in cui era una pila. Quando questo circuito veniva chiuso, l'anello si magnetizzava, e l'altro circuito veniva percorso da una corrente che durava brevissimi istanti. Quando poi la corrente della pila cessava e quindi il ferro dolce perdeva la sua magnetizzazione, una corrente parimenti istantanea, ma di senso opposto a quello della prima, attraversava il galvanometro.

Fu il 28 Agosto 1831 che per la prima volta il Faraday osservò queste correnti, che chiamò d'induzione per analogia con i fenomeni elettrostatici. A proposito di questa scoperta egli scriveva il 23 Settembre al Phillips: « Mi occupo ora di elettromagnetismo e mi pare d'aver fatto una buona preda; ma non posso ancora esserne sicuro: potrebbe darsi che invece di un pesce non trovassi nella rete che dell' erba. Credo di aver trovato la ragione per la quale i metalli sono magnetici quando sono in moto e non sono tali quando sono in quiete ».

La prima comunicazione di questi studi fu fatta alla Società Reale il 24 Novembre 1831, e l' importanza della scoperta fu da per tutto rapidamente riconosciuta. Il Faraday continuò nelle sue esperienze per più mesi. Di queste e delle memorie pubblicate sull' argomento farò un cenno nell' ultimo capitolo. Vediamo ora alcune notizie biografiche relative a quegli anni.

Nel 1832 la Società britannica per il progresso delle scienze si radunò ad Oxford. In quella occasione l'Università largì il diploma di dottore in diritto civile a quattro ospiti illustri: il Brewster, il Faraday, il botanico Brown e il Dalton.

I teologi di quella Università furono molto indignati di ciò, perchè tutti e quattro quegli scienziati appartenevano a comunità religiose separate dalla chiesa anglicana.

Benchè l'opera del Faraday facesse tanto onore alla « Royal Institution », nè le condizioni di questa miglioravano, nè aumentava il compenso che il Faraday ne ritraeva. Alla fine del 1832 la Commissione che riferì sullo stato dell'Istituto, dichiarò che non si poteva togliere nulla dalla retribuzione del Faraday. « Si deve piuttosto deplorare » dice la relazione, « che non ci sia possibile di proporre un aumento quale sarebbe dovuto al sig. Faraday per i vari uffici che sostiene, per il suo zelo e per le sue cognizioni ». È da notare però che in quegli anni il Faraday faceva dei guadagni considerevoli, eseguendo analisi commerciali e perizie chimiche giudiziarie. Tali proventi nel 1830 erano saliti a mille sterline e furono ancora maggiori nel 1831. Ma egli sciupava in quei lavori molto tempo e s'avvide che bisognava scegliere fra i due partiti, guadagnar danari o proseguire gli studi scientifici e non esitò. Rinunciò ai guadagni e riservò tutto sè stesso alla scienza.

Del resto in tutta la vita mostrò sempre di curar poco il danaro. Fosse per ubbidire a qualche comandamento della sua religione, fosse per altre ragioni, non mise in serbo alcuna somma e diede ai poveri ciò che non era necessario a lui e ai suoi parenti. Non domandò

mai alcun privilegio per le sue invenzioni. Si contentò di accennare genericamente ai modi di costruire delle macchine che potessero fornire facilmente correnti di induzione e quando queste vennero costruite da altri, lasciò fare, tenendo sempre i suoi studi nel campo scientifico. « Io ho preferito — egli disse — scoprire nuovi fatti e nuove leggi al cercar d'aumentare l'intensità dei fenomeni già trovati, perchè son convinto che questo svolgimento verrà da sè ».

Tuttavia non ispregiò mai quegli studi che tendono a rendere proficui agli uomini i trovati della scienza. Anzi nelle sue conferenze serali ne fu caloroso lodatore e divulgatore. Nei suoi manoscritti non pubblicati, che sono conservati nella « Royal Institution », è spesso menzione di utili applicazioni. Vi si trovano alcune osservazioni su esperienze che egli fece intorno ad un modo di conservare le carni inventato da certo Goldner. Anche di cose domestiche si curava, come della fabbricazione del vino. Ad un certo Woolnough, che aveva pubblicato un libro sui metodi per far carte colorate, scrisse che il soggetto del libro aveva attirato molto la sua attenzione per la relazione ch' esso aveva col suo antico mestiere di legatore di libri e anche per i bei principii scientifici che vi erano contenuti.

Mancando al Faraday i proventi straordinari delle perizie il suo stipendio appena era sufficente a mantenere la famiglia e la vecchia madre e dare aiuto ai fratelli. Sir James South nel 1835 pensò a fargli dare una pensione dal governo. Egli ne fece parlare al ministro Roberto Peel che aveva fatto conferire una simile pensione all' astronomo Airy, ma era troppo tardi perchè in quei giorni il Peel dovette cedere il potere a lord Melbourne.

Sir James South non si scoraggiò, fece in modo che

la sua sollecitazione arrivasse a lord Melbourne e in pari tempo avvertì il Faraday della cosa. Questi voleva rispondere subito che non poteva accettare una pensione finchè era in grado di lavorare, ma suo suocero lo persuase a non spedire quel rifiuto così reciso e a mitigarlo un poco. Ciò avvenne nell'Aprile 1835 e fino al Novembre successivo non si sentì più parlar della cosa. Nel Novembre lord Melbourne invitò il Faraday ad un colloquio e fece in questo l'offerta della pensione, ma con tanto mal garbo da costringere il Faraday ad una risposta un po' aspra. Il ministro non comprese qual uomo avesse innanzi a sè, s' irritò, si lasciò trasportar dalla collera, ed ebbe a dire che il sistema di dare delle pensioni agli scienziati era cosa da ciarlatani.

Il Faraday non ne volle altro e partì. La sera stessa egli portò al palazzo di lord Melbourne un biglietto, con cui rinunciava al favore offertogli, poichè, con la apparenza d' un atto di stima, questo favore aveva ben altro carattere, come le parole del ministro avevano chiaramente indicato.

Però gli amici del Faraday s'adoperarono ad aggiustare la cosa e con buon successo. Due mesi dopo il ministro e lo scienziato ebbero un amichevole colloquio e la pensione fu data il 25 Dicembre 1835.

L'anno dopo il signor Fuller, ch' era un membro del Parlamento molto ricco, frequentatore assiduo delle lezioni del Faraday e ammiratore fervente di lui, fondò una cattedra di Chimica alla « Royal Institution » con uno stipendio di circa cento lire sterline all'anno e assegnò la cattedra al Faraday senza l' obbligo di far lezione.

Nel 1832 il Faraday raccolse in un volume le memorie pubblicate nel « Quarterly Journal of Science » e alcune altre e vi prepose queste parole : « Memorie pubblicate da me nel « Quarterly Journal of Science », da quando sir H. Davy m' incoraggiò a pubblicare l' analisi della calce caustica. Credo che alcune al loro tempo fossero buone, altre discrete, alcune cattive. Ma le misi tutte nel volume in grazia dei vantaggi, che mi recarono (le cattive ancor più che le buone), indicandomi, quando le rileggevo, i difetti che dovevo in avvenire evitare ».

« Non lessi mai una mia memoria un anno dopo averla scritta senza riconoscere che avrebbe potuto essere scritta meglio e per la sostanza e per la forma. Spero che questo libro mi sarà molto utile ancora ».

« 13 Agosto 1832

« M. Faraday »

Nel 1832 cominciò le esperienze di confronto fra la elettricità di diversa origine.

Fu sul principio di quell'anno che gli riuscì di ottenere con le correnti indotte magnetoelettriche la prima scintilla elettrica. A questo proposito Herbert Mayo, che vide il fenomeno, improvvisò alcuni versi, nei quali osservando che la scintilla si produce soltanto quando alcune parti dell' apparecchio si avvicinano o si allontanano, l' assomiglia all' impeto degli affetti che si rivela nell' ora dell' addio o del rivedersi (1).

---

(1) Thompson, c. IV.

Tradotti alla meglio, quei versi suonano presso a poco così:

> Ben nel magnete divinò l'elettrico
> Ascoso lampo il Faraday, ma fuore
> Ardua era impresa il trarnelo.
>
> Chiese consiglio al core,
> Che degli amici al dipartirsi, al giungere
> Divampa in vivo ardore.

Nel 1834 stava egli cercando il modo di perfezionare la pila del Wollaston, quando il signor Guglielmo Jenkin, un giovane che, al dire del Tyndall, prometteva di diventare un buon fisico e ne fu distolto dal padre, gli fece osservare che si poteva avere una scossa simile a quella data dagli apparecchi d'induzione anche da una sola coppia, purchè nel circuito vi fosse una elettrocalamita e si tenesse nelle mani i due capi del filo, che venivano staccati per interrompere il circuito. Si sapeva già che in tali condizioni si produceva anche una scintilla.

A questo proposito il Faraday scrisse: « Il numero di suggerimenti, di cenni per scoperte e di proposte di ogni specie fattemi per mio esclusivo uso ed onore è grandissimo ed è singolare che nessuna di queste proposte fosse di qualche valore, salvo una sola, quella del signor Jenkin ».

« È naturale che quando una persona qualsiasi scorge qualche analogia o relazione, per incerta che sia, creda che la cosa sia nuova, ma invece è raro che la stessa cosa non sia venuta agli occhi di chi è esperto nella materia e non sia stata esaminata e abbandonata perchè priva di valore. Io ho sempre veduto che l'uomo, la cui mente era per natura o per educazione la più

atta a dar buoni suggerimenti, era anche il più abile a metterli in pratica. I volontari servono per lo più di impiccio agli scienziati ».

Dopo quindici giorni la causa del fatto osservato dal Jenkin era posta in chiaro e l'autoinduzione era scoperta. Essa diede argomento alla nona serie delle « Experimental Researches ». La decima fu presentata alla Società Reale il 18 Giugno 1835. Essa tratta di alcuni perfezionamenti apportati alla pila voltaica.

D'importanza capitale è la serie undecima presentata nel dicembre 1837. Argomento di questa è la influenza del mezzo nel fenomeno dell'induzione elettrostatica. Vi si tratta cioè di uno dei principii fondamentali, su cui si appoggia il modo speciale seguito poi sempre dal Faraday nel considerare i fenomeni fisici.

Nell'estate del 1835 il Faraday fece un rapido viaggio in Francia e in Svizzera. Si trattenne otto giorni a Parigi, quattro a Ginevra, due a Chamounix. Contemplò con grande ammirazione le montagne e fra tutte il Monte Bianco, il cui aspetto gli richiamò alla mente i versi del Byron e lo confermò nell'opinione, com'egli scrisse da Vevey al Magrath, che il poeta, meglio del pittore, valga a ridestare i sentimenti, che produce la vista d'una sublime montagna.

Fra le lettere che il Faraday ricevette in quegli anni e che il D^{r}. B. Jones riporta, ve ne son due che ai nostri occhi hanno un valore particolare perchè scritte da un nostro grande scienziato. Macedonio Melloni era stato premiato con la medaglia Rumford nel 1835 dalla Società Reale per opera principalmente del Faraday. Il Melloni così gli scriveva da Parigi nel Febbraio di quell'anno:

« Certi fatti ci commovono tanto che non sappiamo esprimere i sentimenti ch'essi ci ispirano. Tale è l' effetto che produsse in me la vostra nobile condotta rispetto al premio della Società Reale. Qui io parlai con accademici potenti che mi furono larghi di lusinghiere parole: fra essi ve n' era alcuno, cui avevo reso qualche servizio e ve n' erano parecchi che si dicevano amici miei. Essi vedevano pure tutti gli inciampi che la malignità metteva alla mia carriera scientifica. Potevano toglierli via, anzi avrebbero dovuto, perchè io avevo presentato il frutto dei miei studi all' Accademia, cui essi appartengono, ma invece indugiavano sempre a rendermi giustizia perchè non avevano coraggio di andar contro ai malvagi. Non si potevano negare pubblicamente dei fatti che erano riconosciuti da tutti gli scienziati indipendenti: bisognava quindi cercare di farli dimenticare col silenzio. Si correva pericolo di soffocare dei germi che erano fecondi per la scienza; ma che importa? Periscano la scienza e la giustizia, purchè i nostri interessi sien salvi. Ecco la loro divisa ».

« E voi che appartenete ad una società, alla quale io non avevo offerto nulla, voi che mi conoscete appena di nome, non domandaste se io avevo dei nemici deboli o forti, nè vi curaste del loro numero. Voi parlaste in favore dell' oppresso straniero, in favore di colui che non aveva alcun diritto a tanta bontà, e i vostri onesti colleghi accolsero con favore le vostre parole. Ecco degli uomini degni della loro nobile missione, ecco i veri rappresentanti della scienza d'un paese libero e generoso. Altrove non v'è che egoismo ed inganno ».

« Mille e mille grazie da mia parte al sig. Faraday ed al Consiglio della Società Reale. Non so che cosa aggiungere per ora, ma attendo con impazienza l'occa-

sione di poter provare con l'opera mia i sentimenti incancellabili di riconoscenza che sono profondamente impressi nel cuore del vostro

« devotissimo servo ed amico

« Macedonio Melloni »

L'altra lettera è del 6 Marzo 1835:

« Io non posso che ringraziarvi per la fatica che vi assumeste di ripetere le mie esperienze alla « R. Institution » e poichè le cose mie vi stanno tanto a cuore, son lieto di dirvi che i signori Biot, Poisson e Arago esaminarono le mie esperiunze minutissimamente, che essi ne parlano con grandissima lode e che il primo fra essi ne farà una relazione molto favorevole all' Istituto. Questa volta la cosa è certa. Intanto il ministro mi accordò una somma di 1200 franchi dietro domanda di quei signori. Io devo aver riconoscenza per loro e la sento; ma i miei compaesani osservano che ciò avvenne dopo il premio della Società Reale e io non posso far a meno di pensare che la Società Reale non mi avrebbe dato questa ricompensa se non fossero state le vostre cure e la vostra amicizia..... Voi vedete dunque ehe io devo tutto a voi. Per ciò il mio cuore è sempre profondamente commosso ogni volta che mi dichiaro

« vostro dev. e obbligatiss.

« Macedonio Melloni »

Intorno alla vita che il Faraday conduceva in questo periodo di tempo ci dà minuti ragguagli una lettera di miss Reid figlia d'una sorella di sua moglie.

« . . . . . . Nel 1823 mio zio prendeva lezioni dallo Smart intorno all' arte di parlare bene ed egli si dava gran pena per insegnare a me, povera bambina di sette

anni, a leggere con espressione, ed io ricordo bene com' egli, con una pazienza ammirabile, tornava e ritornava sopra una frase e me la faceva ripetere con varie inflessioni finchè ne fosse contento; dopo di che si metteva non di rado a scherzare, il che piaceva a me molto più de' suoi insegnamenti. Più tardi nel 1820 andai ad abitare anch'io alla « Royal Institution ». La zia, se doveva uscire da sola, qualche volta mi metteva giù nel laboratorio, e mi lasciava sotto la vigilanza dello zio, che stava preparando le sue lezioni. Io dovevo naturalmente starmene tranquilla, seduta e muta come un sorcio col mio lavoro, ma egli spesso si fermava innanzi a me e mi rivolgeva una parola gentile o mi faceva da lontano dei cenni o per divertirmi gettava nell' acqua dei pezzettini di potassio. In tutte le mie peripezie fanciullesche egli era il mio costante confortatore e raramente le sue occupazioni gli impedivano, quando andavo a trovarlo, di dedicare a me un po' di tempo. Quando ero cattiva e ribelle, come mi veniva intorno dicendomi delle tenere parole per calmarmi, narrandomi ciò che era accaduto a lui da bambino e consigliandomi a sottomettermi e ad obbedire! Mi ricordo ch' egli diceva che aveva trovato buono il sistema di ascoltar pazientemente tutte le correzioni, anche quelle che non gli parevano giuste ».

« Se io avevo una lezione difficile da studiare, poche parole di lui mi traevano d' impaccio e certe noiose operazioni aritmetiche diventavano piacevoli, s' egli me le spiegava ».

« Ho una rimembranza vivissima di un mese passato a Walmer con mia zia e con mio zio. Come fui lieta d' andar con lui!. — A Walmer avevamo una casetta fra i campi e mio zio era contento perchè dalla sua finestra poteva osservare facilmente il nido di un

merlo che stava sopra un ciliegio vicino. Egli andava più volte a vedere quegli uccelli, quando davano da mangiare ai piccini. Ricordo anche com'egli si curasse dei piccoli agnelli, quand'essi furono tosati presso la nostra porta e cercavano le loro madri, che, così tosati, non li riconoscevano più. »

« In quei giorni mi piaceva assai veder sorgere il sole e mio zio voleva che lo destassi al mattino, appena mi alzavo. Così, appena si faceva chiaro sopra Pegwell Bay, io scendeva pian piano le scale e picchiavo alla sua porta ed egli si alzava ed era per me un gran piacere l'assistere allo stupendo spettacolo insieme con lui. E come era delizioso per me il contemplare con lui i tramonti! Mi sta sempre in mente la memoria d'una sera, in cui ci trattenemmo lui ed io ad osservare il crepuscolo da un colle tutto vestito di fiori silvestri: sonavano le campane di Upper Deal e egli si fermò lì e se ne stette intento a guardare il cielo finchè fu buio... ».

« Egli portava sempre la Botanica del Galpin in tasca e mi faceva esaminare qualche fiore quando nelle nostre passeggiate ci fermavamo a riposare nei campi. Il primo, che trovammo a Walmer, fu l'*Echium vulgare* e questo fiore è sempre unito nella mia mente con la sua lezione di quel giorno. Quando noi un'altra volta trovammo quel fiore, egli me ne chiese il nome ed avendogli io detto il nome volgare, « no, no », mi disse « voglio il nome latino... ».

« Mio zio leggeva ad alta voce in modo ammirabile. Qualche volta ci leggeva pagine dello Shakespeare e dello Scott, ma più di tutto mi piaceva sentirgli leggere il Child Harold e non dimenticherò mai come lesse una volta la descrizione della burrasca nel lago Lemano... Quando nel leggere si commoveva, il che

non avveniva di rado, non solo la sua voce palesava lo stato dell' animo, ma le lagrime gli venivano agli occhi. »

« Ciò che più lo irritava, erano i sotterfugi, i tentativi di alterare la verità. Una volta gli parlavo di un professore, che godeva ottima riputazione, che era stato sorpreso mentre *sottraeva* un manoscritto da una biblioteca. « Cos' è questo sottrarre? — mi disse — « Dì che rubava. È questa la vera parola! »

« Quando mio zio lasciava il suo studio, e veniva in mezzo a noi, prendeva parte alle sciocchezze che si dicevano e si facevano come un altro qualunque e, se noi sedevamo intorno al fuoco, si metteva a giocare ai nostri giochi, riuscendo sempre ad essere il più bravo di tutti ».

« In tempi di affanni e di sventure la sua affettuosa sollecitudine era sempre vivissima. Non c'era alcun lavoro scientifico che gl' impedisse di partecipare ai nostri dolori e di apportarci tutti i conforti che poteva. Il suo tempo, il suo pensiero, i suoi danari, tutto veniva dato largamente a chi ne aveva bisogno..... Aveva quasi sempre qualche studio in corso e rimaneva spesso a lavorare fino alle undici di notte..... Aveva bisogno di dormir molto, per lo più otto ore..... Oltre i giornali ed i libri scientifici, non aveva tempo di legger molto: leggeva il Times e l' Atheneum. Aveva spesso fra le mani la Bibbia. Quando era molto stanco e spossato, il che spesso gli accadeva, prendeva qualche libro di novelle o di romanzi (1). Vi trovava molto ristoro. Le biografie e i viaggi non gli davano egual sollievo ».

---

(1) Fra i romanzi prediligeva quelli di avventure: gli furono cari Ivanhoe, Monte Cristo, Jane Eyre.

« Andava di rado a teatro. Si piaceva d'andarvi quando era stanco e sua moglie lo accompagnava. Gli piaceva molto la musica, purchè fosse buona ».

In gioventù il Faraday con suo cognato frequentava i ritrovi di casa Hullmandel, ove si raccoglievano artisti, pittori, attori drammatici, musicisti. Andavano in una barca ad otto remi sul Tamigi, mangiavano sull'erba della riva, godevano il canto del Garcia, di sua moglie e di sua figlia, che fu poi la Malibran. Ben presto egli si staccò da quella compagnia. Con letterati non ebbe mai dimestichezza (1).

---

(1) S. Thompson, cap. VI.

Capitolo VI.

Corrispondenza con lo Schönbein — Morte della madre — Relazioni col fratello Roberto — Studi sul ginnoto — Stanchezza — Altri ricordi di miss Reid — Visita dello Schönbein — Periodo di riposo — Viaggio in Isvizzera — Ritorno — Nuove esperienze sulla liquefazione dei gaz — Varie lettere — Viaggio a Parigi.

Nel 1836 il Faraday fu nominato consultore scientifico di « Trinity House », vale a dire della Direzione dei fari della Gran Bretagna. Tenne l' ufficio fino agli ultimi anni di sua vita e vi dedicò, specialmente nell'ultimo periodo, molto lavoro.

Nell' anno 1836 incominciò tra il Faraday e lo Schönbein quella corrispondenza che doveva durare fino alla morte del primo. Lo Schönbein era allora professore di Chimica a Basilea. Avendo egli osservato che un filo di ferro, il quale sia stato arroventato e poi lasciato raffreddare, immerso nell'acido nitrico alquanto diluito, non viene chimicamente attaccato, nè sapendo spiegare il fenomeno, pensò di chiedere il parere di alcuni tra i più illustri chimici e fisici dei suoi tempi. Ne scrisse al Berzelius, al Poggendorff, al Faraday.

Il Faraday fece pubblicare la lettera dello Schönbein nel «Philosophical Magazine» senza aggiungere parola e di ciò gli diede ragione scrivendogli (28 gennaio

1837) che non sapeva spiegare il fenomeno. Però in una prima lettera allo Schönbein aveva già fatto l'ipotesi che il ferro si ricoprisse, quand'era ad alta temperatura, con uno strato d'ossido, che non potesse essere attaccato dall'acido nitrico d'una certa concentrazione.

L'anno successivo lo Schönbein pubblicò un opuscolo, in cui erano raccolte le sue esperienze sulla passività del ferro e lo dedicò al Faraday. La corrispondenza che era stata dapprima puramente scientifica, diventò ben presto anche amichevole. Già nel 1837 il Faraday si doleva in una lettera allo Schönbein dell'indebolimento della sua memoria, e lo Schönbein nel Luglio di quell'anno l'invitava a lasciare per qualche tempo gli studi e a venire sul continente passando per Basilea.

« Ogni vostra lettera », rispondeva il Faraday, « mi fa soffrire il supplizio di Tantalo facendomi vivamente rimpiangere di non avervi conosciuto prima. Sono appunto due anni che fui a Basilea nel nostro ritorno dalla Svizzera. Non so se potrò rivedere il continente ». A sua volta lo Schönbein era stato dodici anni prima in Inghilterra. Un signore l'aveva condotto alla « Royal Institution » a sentire una lezione del Faraday sull'esperienza dell'Arago. « Ricordo ancora », scrive egli in una lettera del Novembre 1837, « quanto piacere provai nel vedere quell'esperienza, ma timido e goffo, come sono, non osai rivolgervi la parola, benchè ne avessi l'opportunità dopo la lezione e ne avessi tanta voglia. Vi dico ciò per mostrarvi che vi conosco da molto tempo ».

Nel 1838 morì la madre del Faraday. Ella andava tanto superba della gloria del suo figliuolo, che questi doveva nasconderle parte delle onorificenze che riceveva perchè, come egli soleva dire, era insuperbita già troppo.

Col fratello Roberto il Faraday conservò sempre relazioni affettuose. Quegli era impiegato presso un'officina di gas e il fratello lo sovveniva di consigli e di danaro.

A proposito delle relazioni fra i due fratelli Frank Barnard raccontò questo aneddoto. Roberto fu sempre un fervente ammiratore di suo fratello, nè provò mai ombra d'invidia. Un giorno egli stava nella scuola della « Royal Institution » in attesa della lezione, quando due suoi vicini presero a parlare del professore, del suo ingegno, della sua rapida carriera. Uno dei due, con poco piacere di Roberto, disse dell'umile origine. « Io credo — egli disse — che abbia fatto per lungo tempo il lustrascarpe ». Roberto allora non si potè più frenare e con violenza chiese a quel tale: « Di grazia, Le ha egli mai pulito le scarpe ?» « Oh, questo no ! » rispose l' altro sbigottito dall'impetuosa domanda.

Nel 1838 il Faraday pnbblicò i suoi studi intorno alla elettricità del ginnoto. L' Istituto politecnico di Londra aveva fatto venire dall'America un ginnoto elettrico. Quell' animale era allora il solo della sua specie che esistesse in Europa. Fu concesso al Faraday di studiarlo. Quel giunoto era cieco. Esso girava lentamente nella sua vasca con moto regolare e continuo. Bastava però che un piccolo pesce fosse lasciato cadere nella vasca, anche alla massima distanza possibile, perchè il ginnoto lo fulminasse, sicchè subito dopo galleggiava senza vita. Allora il ginnoto s'avvicinava, apriva la bocca e produceva con un' aspirazione una corrente d'acqua che gli portava in bocca la preda, dopo di che riprendeva il suo movimento consueto. Il Faraday ottenne dalle scariche del ginnoto gli effetti stessi prodotti dall'elettricità d'altra origine.

Nel Settembre del 1839 lo Schönbein andò in In-

ghilterra per assistere all' adunanza che la Società britannica per il progresso delle scienze teneva in Birmingham. Egli si trattenne in Londra col Faraday quanto gli fu possibile, ma troppo poco, come egli poi scriveva, rispetto al suo desiderio. Nelle sue memorie di viaggio (1) egli lasciò scritto un ricordo di questa sua visita, che qui è opportuno trascrivere.

« Durante il mio soggiorno in Londra lavorai per un giorno intero col Faraday nel laboratorio della « Royal Institution » e devo dire che questo fu uno dei più bei giorni che io abbia passato nella capitale dell' Inghilterra. Cominciammo col far colazione: e finita questa, mi venne prestata una delle vesti da laboratorio del mio amico, la quale, quando le signore mi videro, le fece ridere non poco, perchè le dimensioni del proprietario di quella veste sono molto diverse da quelle della mia rispettabile persona ».

« Il lavorare col Faraday sarebbe stato in qualunque caso un piacere: ma questo piacere era molto aumentato da ciò, che si lavorava proprio lì dove tanti segreti della natura erano stati svelati, dove le più importanti scoperte del secolo erano state fatte e nuove parti delle scienza erano state aperte agli studi. Ciò non ha alcun valore per una mente fredda e volgare, ma pure può esercitare gran fascino sulla nostra imaginazione e sulla nostra intima natura. Ciò che mi stava intorno mi faceva provare un sentimento affatto nuovo. Camminavo su quel pavimento dove il Davy aveva camminato, mi servivo degli strumenti ch' egli stesso aveva maneggiato, stavo lavorando alla tavola stessa, dove quell'uomo

---

(1) Mittheilungen aus dem Reisetagebuche eines deutschen Naturforschers. Basel 1842 p. 275.

celebre s'era affaticato nel risolvere i più difficili problemi della scienza, là dove il Faraday aveva veduto la prima scintilla d'induzione magnetoelettrica e scoperto le leggi dell' elettrolisi; io mi sentivo pieno di vita e d'ardore e mi pareva di accogliere in me qualche cosa di quello spirito scientifico, che aveva regnato con tanta potenza creatrice e vive tuttora lì dentro...».

« Benchè il laboratorio della « Institution » abbia quanto occorre per lavorare, non si può dire che vi sia abbondanza. Eppure vi si è fatto tanto per la scienza e vi si è fatto più che in tanti istituti, dove è lusso di apparecchi e danaro a profusione. Ma quando lavorano degli uomini, che hanno il genio creativo del Davy e la potenza di divinazione del Faraday, cose grandi si compiono anche se gli utensili sono scarsi, perchè è bensì vero che a chi studia i fenomeni naturali occorrono mezzi d'indagine, ma per compire alcun che d'importante e ampliare il dominio della scienza, non occorre abbondanza e ricchezza. Chi sa bene interrogare la natura, sa anche ottenere le risposte con semplici mezzi. Chi non ha questa attitudine non riescirà mai a trovar nulla, benchè sia fornito di tutti gli strumenti che possa desiderare ».

Negli anni 1839 e 1840 i lavori originali del Faraday furono scarsi rispetto agli anni precedenti. Egli cominciava a sentire gli effetti della soverchia fatica. Aggiunse alle sue memorie sulla elettricità altre due memorie sulla forza elettromotrice della coppia voltaica, continuò a dare le solite lezioni per la « Royal Institution » e studiò le questioni relative ai fari.

Miss Reid, sua nipote, così raccolse le sue rimembranze del periodo 1830-1840:

« Sul finire della giornata, quand' egli era meno affaccendato, era un piacere per noi l' andare a cercarlo

nel suo laboratorio. Lo si trovava spesso intento alle sue esperienze con la sua gran veste tutta bucata. In tal caso egli ci faceva un cenno e la zia doveva sedere con me in un canto finchè egli avesse fatto le sue note sulla lavagna e si volgesse a parlarci. Qualche volta egli prendeva impegno di venire in casa a passar la serata giocando, purchè lo si lasciasse lavorare tranquillamente per un' altra mezz' ora e finire le sue esperienze. Egli si piaceva di tutti i giochi. che davano da pensare... ».

« Quand' era stanco e di mal umore, mia zia soleva condurlo a Brighton o altrove ed egli ne ritornava rinvigorito. Una volta ch' essi andarono fuori di città e pioveva e non sapevano che fare, egli, preso un foglio di carta, ne fece uno scacchiere per giocare. Ma mia zia si stancava ben presto di tutti i giochi, perchè egli acquistava subito in essi troppa abilità ed ella diceva che a perder sempre non c' era gusto ».

« Egli era molto sensibile agli odori : gli erano carissime le rose e i suoi amici, sapendo di fargli cosa gradita, gliene portavano in dono : odiava l' odor di muschio e quell' odore nelle persone gli dava ancor più noia di qnello di tabacco che gli era già fastidioso. La puzza di una candela spenta o di un lume ad olio lo irritava. Una sera, tornando a casa, trovò le camere piene di quell' odioso odore prodotto da una lampada morente : corse ad una finestra e l' aprì tanto in fretta da gettar giù una fila intera di giacinti con i loro vasi di vetro ».

« Il Magrath veniva regolarmente alle lezioni del mattino col solo intento di registrare per incarico dello zio tutti i difetti di pronuncia e del modo di dire ch' egli potesse osservare. La lista veniva sempre ricevuta con ringraziamenti ; benchè le correzioni da lui

proposte non fossero sempre accettate, il censore veniva incoraggiato a proseguire nelle sue critiche con tutta libertà ».

Nel 1840 Roberto Hare professore di chimica all'Università di Pensilvania scrisse al Faraday facendo delle giudiziose obbiezioni alla sua teoria dell'induzione elettrostatica e questo scritto fu stampato con la risposta del Faraday nel « Phil. Magazine ». Nel chiudere la sua lettera di risposta il Faraday diceva con la sua solita schiettezza. « I paragrafi, che ho lasciati senza risposta, contengono opinioni, sulle quali non oso avventurare un giudizio. Sono opinioni su argomenti della massima importanza, ma appunto per ciò desidero di non parlarne, perchè su essi come su altri soggetti affini non mi sono formato ancora idee chiare e sono costretto dall' ignoranza e dal contrasto dei fatti a tenere sospeso il mio giudizio. In verità mi è doloroso il riconoscere che vi son tanti argomenti relativi alla elettricità, sui quali, se fossi chiamato a dire il mio parere, dovrei rispondere che non so : ma d' altra parte è confortante il pensare che quelli son proprio gli argomenti, che studiati assiduamente con l' esperienza e col ragionamento possono condurre a qualche scoperta. Uno di tali argomenti è, per esempio, quello delle correnti prodotte da induzione dinamica, che a vostro parere possono prodursi senza l' intervento del mezzo interposto. Io invece son più che a metà propenso ad ammettere tale intervento. Ma su questa questione, come su altre, non ci vedo ancora chiaro ».

Avendo il fisico americano scritto un' altra lettera per sostenere le proprie idee, il Faraday rispose pure e accompagnò la risposta con una lettera, in cui diceva: « Scusatemi se per parecchie ragioni non vi rispondo lungamente. Una prima ragione sta nella ri-

pugnanza, che ho per le polemiche, la quale è così grande, che non vorrei che la nostra corrispondenza potesse assumere quel carattere. Io ho veduto tante volte che le polemiche fanno molto male e in pochissimi casi mi ricordo ch' esse abbiano giovato a vincere gli errori scientifici e a portare innanzi la verità. La critica certamente è molto utile, ma quando la critica simile alla vostra ha fatto il suo dovere, spetta ad altre teste che non sieno quelle dell' autore o del critico il decidere chi ha torto o ragione. »

Già prima del 1841 l' indebolirsi della memoria e le vertigini avevano costretto il Faraday a qualche intervallo di riposo. Che la memoria sua fosse debole, egli lamentava fin nelle prime lettere all' Abbott, quando attendeva alla sua istruzione scientifica. Nel 1841 la malattia assunse tale gravità che gli fu necessario sospendere ogni esperienza. Quanto dolore ciò gli portasse è facile imaginare. Le sue lettere agli amici contengono frequentemente lamenti per tale sventura. « Voi siete » gli rispondeva il Dumas, » come Giacobbe che dopo aver lottato una intera notte presso al guado di Yabbock contro chi gli contrastava il passaggio, rimase libero, ma incapace di camminare proprio allora che il sole appariva. E così voi, che avete lottato nelle tenebre fino all'alba, ora che la luce e venuta è che avete veduto la verità in tutto il suo splendore, restate libero dal dubbio, ma con la mente stanca per la soverchia fatica ».

In una nota al N. 1635 (XIII serie), che fu scritta nel 1838, il Faraday accenna a questo indebolimento della memoria e chiede scusa degli involontarî errori e delle ommissioni che potevano conseguirne nel richiamare e citare qualche scritto d' altro autore.

Per quattro anni egli lasciò ogni studio sperimentale salvo quello che fece sulla causa della elettricità prodotta da un getto di vapore, la quale indagine compì dal Giugno al Dicembre 1842 dopo venti mesi di riposo, probabilmente attratto dalla scoperta di Sir W. Armstrong pubblicata due anni prima.

Lo Schönbein fin dalla primavera del 1840 lo consigliava a cercar ristoro nelle montagne della Svizzera dimorandovi per qualche mese. Il consiglio dei medici si accordò con quello dell' amico e nell' estate del 1841 il Faraday si decise a partire per la Svizzera con la moglie, col cognato Giorgio Barnard e con la moglie di lui. Durante il viaggio tenne, secondo era suo costume, un giornale, che contiene alcune belle descrizioni dei luoghi veduti.

Passò per Bienne, Berna, Thun, Brienz, Interlaken, Lucerna e Basilea, dove visitò lo Schönbein e strinse amicizia anche con la famiglia di questo.

Dimorò qualche tempo a Zug e ad Interlaken e di là andava spesso alla cascata di Giessbach sul lago di Brienz. Ecco quant' egli scrive intorno ad una di queste sue gite.

« Oggi tutte le cascate erano piene di spuma. La corrente d' aria che producevano, impediva di avvicinarsi. Il sole splendeva dietro di noi. In mezzo a quel pulviscolo d' acqua, che si spandeva tutto all' intorno, apparivano degli stupendi archi baleni. Nel fondo d' una delle cascate più impetuose se ne scorgeva uno più luminoso e più bello degli altri. Intorno ad esso tutto era confusione e disordine. La nebbia prodotta dal vapore, le nubi di minime goccioline, cui l' urto dell' acqua cadente sulle roccie dava origine, si agitavano furiosamente intorno ai massi che servivano di base a quell' arco. Tuttavia questo, sempre immobile e risplen-

dente, come un' anima pura ferma nella fede e forte fra le passioni che le fanno guerra, se pure spariva per un istante, subito riappariva. Sempre appoggiato sulle roccie pareva che, come ai tempi di Noè, fosse un messaggero di speranza e la spandesse all' intorno: le goccie d' acqua che furibonde si lanciavano contro di esso e minacciavano di farne sparire i colori, non facevano che metterne in più chiara luce la forza e aumentarne la bellezza. Quanto spesso le cose che noi paventiamo e che ci sembrano dannose, tornano a nostro vantaggio, se sappiamo accoglierle con umiltà e con pazienza! »

Al ritorno si sentì rinvigorito, ma, in quanto alla memoria il miglioramenro fu scarso. Dopo un anno riprese le lezioni e, quando potè rimettersi a sperimentare, ritornò per qualche tempo ad un soggetto di studio, che l' aveva attratto nella sua prima giovinezza, quello della liquefazione dei gas.

Quanto aveano fatto dopo di lui il Thilorier ed altri l' aveva incitato a ritentare la prova coll' intento, in ispecie, di liquefare l' azoto, l' ossigeno e l' idrogeno.

Nelle nuove esperienze da lni fatte il gas venne cacciato con pompe entro tubi robusti di vetro, una parte dei quali veniva raffreddata con una mescolanza di anidride carbonica solida ed etere. Ma le sue speranze di buon successo s' affidavano più al raffreddamento che alla compressione. « Vi sono », egli nota, « alcuni effetti, che si possono ottenere col raffreddamento e che nessun aumento di pressione può dare... Quella condizione, che il Cagniard de la Tour fece nota, e che si verifica ad una certa temperatura, può richiedere per alcuno dei

corpi da assoggettarsi all' esperienza, come ossigeno, idrogeno, azoto, una temperatura più bassa di quella del miscuglio d'etere e d'anidride carbonica e in tal caso nessuna pressione con qualsiasi apparecchio potrebbe ridurre quei gas a stato liquido o solido ».

Si vede come qui il Faraday interpreta l'esperienza del Cagniard de la Tour precisamente come fu interpretata dopo l'esperienza dell' Andrews fatta nel 1860.

Egli cercò quindi di aver temperature più basse diminuendo di molto la pressione al di sopra del miscuglio frigorifero. Così raggiunse una temperatura che un termometro ad alcool indicò eguale a 110 C. sotto zero.

Furono così liquefatti per la prima volta il gas olefico, l'acido iodidrico, l'acido bromidrico, il fluoruro di silicio, l'idrogeno fosforato e il fluoruro di boro. Furono ridotti allo stato solido l'anidride solforosa, l'idrogeno solforato, il cloro, il protossido d'azoto, il cianogene, l'ammoniaca, l'idrogeno arsenicale.

La grande riputazione, di cui il Faraday godeva, gli procacciava, molte visite di stranieri e molte lettere. Ebbe anche offerte onorifiche e generose. Nel 1841 rifiutò di far dodici lezioni a Boston con la retribuzione di 1450 lire sterline.

Il principe Luigi Bonaparte, che aveva allora 35 anni ed era prigioniero nel forte di Ham, così gli scrisse il 23 Maggio 1843.

« Voi non pensate certamente che nella mia prigionia chi mi diede maggior conforto foste appunto voi. Invero lo studio delle grandi scoperte, che la scienza vi deve, mi ha reso meno triste il carcere e fa che il tempo mi corra veloce. Io sottopongo al vostro giudizio e alla vostra indulgenza una mia teoria sulla pila, intorno alla quale ebbi già a scrivere al signor Arago.

Questi ebbe la bontà di leggere il mio scritto all' Accademia, ma io non so ancora come sia stata generalmente giudicata la cosa. Volete voi farmi il piacere di dirmi sinceramente se la mia teoria è buona o no, voi che siete il giudice più autorevole? Permettetemi di farvi un' altra domanda, che è molto importante per me, avendo essa relazione con un' opera che ho intenzione di pubblicare fra poco. Quale è la più semplice disposizione da darsi ad una pila voltaica affine di produrre una scintilla capace di accendere della polvere sott' acqua o sotterra? finora so che s'impiegavano a tal fine 30 o 40 coppie costruite secondo il sistema del Dott. Wollaston. Esse sono molto grandi e poco adatte al servizio del campo. Non potrebbero bastare due coppie fatte a spirale e, se così è, quanto piccole si può farle?....».

Non furono trovate le risposte, che il Faraday diede a questa lettera e ad altre due scrittegli dal Principe poco dopo.

La seguente lettera al Matteucci descrive lo stato di salute del Faraday nel 1843. È del 18 Febbraio.

« Mio caro Matteucci.... Ho ricevuto la vostra lettera ieri e vi son molto grato delle vostre gentili domande intorno alla mia salute. La mia vita, rispetto al mondo, non pare che abbia più scopo; ogni vostra lettera mi trova sempre più staccato dal mondo. La mia salute ed il mio umore son buoni, ma la mia memoria è perduta, e ciò, come la sordità, fa che l' uomo si ritiri in sè stesso. Probabilmente saprete che da parecchi anni io non ho più assistito alle sedute della Società Reale nè pubbliche, nè private. Una ragione di ciò è il mio stato di salute, un'altra è che la presente costituzione di quella Società non mi piace e che io vorrei restringerla agli uomini di scienza. Siccome que-

sta opinione non potè essere accettata, io mi ritirai da qualunque ingerenza nella Società, pur continuando a mandarle qualche comunicazioue scientifica, se trovo qualche cosa che me ne sembri degna.... ».

Nel 1844 fu nominato uno degli otto soci stranieri dell' Accademia delle Scienze di Parigi. Il Dumas gliene diede notizia appena compiuta la votazione.

Maria Edgeworth, la nota scritrice di romanzi e di opere morali, così gli scriveva il 6 Marzo 1842.

« La serenità delle vostre giornate, la giocondità del vostro carattere anche nelle prove della malattia, il compiacimento che voi trovate negli studi, insieme con l' affetto che sentite per i vecchi amici e con la pace della vostra vita domestica, provano, contrariamente a ciò che disse il Rousseau, che il detto *Sois grand homme et sois malheureux* non è l'inesorabile condanna del genio. »

Una signora di molto ingegno, lady Lovelace, avendogli proposto d'essergli d'aiuto nell' esperienze, il Faraday le rispose ringraziando e respingendo cortesemente l' offerta. Ecco un brano della lettera.

« Voi avete la piena confidenza che la salute e la gioventù vi danno nelle vostre forze fisiche e intellettuali: io sono un lavoratore vecchio e ormai stanco. Voi, acquistando ogni giorno delle nuove cognizioni, allargate sempre la cerchia dei vostri sguardi e dei vostri intendimenti. Io invece, benchè possa ancora guadagnare col tempo qualche po' di maturità di pensiero, sento che le forze mi vanno mancando e sono costretto a ristringere sempre più i miei disegni e l'o-

pera mia. Più d'una bella scoperta vagheggio, alla cui ricerca volsi da tempo la mente e spero ancora di mettervi mano. Ma perdo ogni speranza se guardo al lavoro che ho in corso e vedo come per mancanza di tempo e di forze vada innanzi lentamente, sicchè esso probabilmente mi impedirà di volgermi a qualche altro argomento e sarà l'ultimo de'miei studi condotti a fine. Intendetemi bene: io non dico che la mia mente sia indebolita, ma che sono indebolite quelle facoltà fisico-intellettuali, al cui esercizio concorre il resto dell'organismo, e specialmente la memoria: di qui viene che tutto ciò ch'io son capace di fare, vien chiuso in una cerchia molto più ristretta di prima. Questo mio stato mutò grandemente il mio modo di vivere negli ultimi tempi; esso mi costrinse a ritirarmi dalla società degli uomini di scienza, mi fece abbandonare certi problemi che studiavo e che avrebbero forse potuto dare origine a qualche scoperta e ora mi costringe a non accettare ciò che voi mi proponete, di prendervi come collaboratrice nei miei studi. Voi non sapete quante volte io vado dal mio medico, ch'è anche mio amico, a parlargli delle mie vertigini e dei miei dolori di capo e quante volte egli mi ordina di abbandonare ogni studio e ritirarmi a non far nulla sulla riva del mare. »

« Se fossimo vicini, io potrei parlare a lungo della vostra lettera, ma ciò non gioverebbe alla mia testa.... Son certo che se anche in qualche punto potesse esservi fra noi qualche differenza d'opinione, in generale andremmo d'accordo ».

« Sarei lieto se potessi consentire con voi in ciò, che un grande ingegno vada sempre accompagnato ad un ottimo carattere, ma ebbi spesso il dispiacere di vedere il contrario e d'altra parte qualche volta mi rallegrai nel vedere che una persona umile ed ignorante aveva un

animo sano, nobile e dignitoso tanto da far amare la natura umana. Quando l'ingegno si unisce alla bontà, dico che quell'essere è bene adatto a manifestare la gloria di Dio nella creazione ».

« Voi parlate di religione e su questo punto avrete da me un disinganno. La vostra confidenza in me ne esige altrettanta in ricambio. In verità io non ho difficoltà a parlar francamente di tali argomenti quando l'occasione sia propizia, ma queste occasioni son poche, perchè io credo che le discussioni religiose in generale sieno vane ».

« Non vi è alcuna filosofia nella mia religione. Io appartengo ad una piccola e disprezzata setta cristiana conosciuta, se pure è conosciuta, col nome di Sandemaniani e la nostra speranza è fondata sopra la fede in Cristo. Benchè le opere di Dio nella natura non possano mai essere in contraddizione con le più alte dottrine che concernono la nostra futura esistenza, e devano concorrere a glorificarlo, io non credo necessario di confondere lo studio delle scienze naturali con quello della religione e nelle mie relazioni sociali ho sempre distinto ciò che è scientifico da ciò che è religioso ».

Nell'autunno del 1844 assistette alla riunione della Società britannica per il progresso delle scienze a York. Vi andò pure il Liebig e questi poco dopo gli scriveva.

« I miei pensieri corrono ai giorni che passai in Inghilterra. Fra le molte ore gradite, di cui mi rammento, le più gradite son quelle che passai con voi e con la vostra amabile consorte. Penso con gioia ai passeggi nel giardino botanico di York e alla conoscenza, che vi feci, del nobile animo di lei. Qual tesoro avete in quella vostra compagna! La colazione nella casetta con lo Snow Harris e col Graham mi sta sempre in mente ».

Un' altra lettera del Liebig al Faraday, scritta nell' anno stesso, allude a quel suo viaggio.

« La natura vi dotò d' un ingegno di meravigliosa attività, che prende viva parte a tutto ciò che concerne la scienza. Son già parecchi anni che imparai a stimarvi grandemente per le opere vostre e questa stima è continuamente cresciuta coll' andar degli anni e col farsi più maturo il mio giudizio, ed ora che ebbi il piacere di conoscervi di persona e di vedere che per il vostro carattere voi siete così grande come per la vostra dottrina, un sentimento di affetto si è aggiunto alla mia ammirazione ».

« Io ho tutte le ragioni d' essere contento del mio viaggio nella Gran Bretagna. Ciò che mi fece più maraviglia costì, fu il vedere che vi si pregiano solo quelle opere che hanno applicazione pratica: quelle puramente scientifiche, che pure hanno maggior merito, sono quasi sconosciute. Eppure queste ultime sono la fonte vera e propria, donde quelle altre derivano. La pratica non può mai condurre per sè sola alla scoperta d' una verità o d' un principio. In Germania avviene il contrario. Qui si tien poco conto del valore pratico delle cose: si bada solo ad arricchire la scienza. Io non intendo dire che sia meglio così. Un aureo *medium* sarebbe una buona fortuna per ambedue le nazioni... »

La salute del Faraday intanto pare andasse migliorando, ma egli non cessava di lagnarsi specialmente nelle lettere allo Schönbein della debolezza della sua memoria.

« Io non son capace di rammentarmi, » gli scriveva il 20 Febbraio 1845, cioè poco prima che cominciasse il secondo periodo della sua attività, « se fui l' ultimo

a scrivervi o se la vostra lettera è rimasta senza risposta. La mia memoria si fa in simili cose sempre più infida... Ora mi rammento d'aver mandato la vostra lettera al sig. Christie per la Società Reale, ma non posso ricordare l'ordine di questi fatti e delle cose contenute nelle vostre lettere e nelle vostre memorie sull'ozono... Quando io debbo richiamarmi alla mente varii fatti ed argomenti e tento di ordinarli, la mia mente si confonde, la memoria non mi serve e io mi affliggo vedendo come sono inetto a giudicare debitamente ciò che fu fatto dagli altri e a giovarmene. Se non mi sta innanzi agli occhi qualche cosa o se qualche gran fatto non opera sui miei sensi in modo da trattenere con alcun che di materiale il pensiero, questo sfuma via, e per quanto io mi sia sforzato di meditarvi sopra e di dar vita durevole al mio giudizio, io non mi sento d'affidarmi alla conclusione, cui ero giunto, perchè gli argomenti, su cui questa era stata fondata, sono svaniti. Solo in questo modo io posso render ragione dell'esitazione che provo nel giudicare parecchie questioni di chimica, che sono ora discusse ».

« Io ho lavorato in questi ultimi sei od otto mesi sulla liquefazione dei gas, un argomento che dà più da operare che da pensare, che produce sempre forti impressioni, e qualche volta poi v' aggiunge uno scoppio, benchè di scoppii non n' abbia avuti che due e per di più aspettati e quasi preparati... Speravo di potervi parlare della liquefazione dell'ossigeno, ma esso non vuol cedere ancora, benchè l'abbia compresso fino a 60 atmosfere e raffreddato fino a 140° F. sotto zero (1). Ma ora devo

(1) — 95, 6 C. Per liquefare l'ossigeno è condizione necessaria il raffreddarlo almeno fino a -118° C.

smettere perchè non sto bene. Da quasi tre settimane sono imprigionato in casa, e la testa è confusa per quel lungo studio e poi devo preparare una lezione per Pasqua ».

Nel Giugno di quell' anno lo Schönbein fece una seconda visita all'amico passando per Londra per andare all'annuale adunanza della Società britannica per il progresso delle scienze, dove intendeva esporre i risultati delle sue esperienze sull' ozono.

Nel Luglio del 1845 il Faraday ebbe incarico dal Governo inglese di visitare i fari francesi e colse l'occasione per presentarsi all' Accademia di Francia che l'aveva eletto socio straniero. Stette lontano da Londra tre settimane insieme con la moglie e col cognato. Dal suo giornale di viaggio, che, come al solito, è molto minuto, tolgo qualche brano che riguarda le relazioni del Faraday con gli scienziati francesi.

« 22 Luglio 1845... Siamo andati all' Osservatorio e vi abbiamo trovato l' Arago, ch' è stato molto affabile e gentile ».

« Mercoledì 23. Ho trovato lo Chevreul al Jardin des Plantes e ho chiaccherato con lui a lungo. Il Dumas non v' era. Al ritorno l' ho trovato, che ci attendeva all'albergo. Egli ha pranzato con noi e di poi io sono andato con lui alla Società d' incoraggiamento, che mi ha nominato suo socio ».

« Giovedì 24. Sono andato all' Osservatorio per sentire una lezione di astronomia data dall' Arago. Egli ha parlato mirabilmente innanzi ad un uditorio affollato. Egli si era proposto di provare che il sole è il centro del sistema solare e di dimostrare che la luce nel propagarsi impiega del tempo, giovandosi dell'eclissi dei satelliti di Giove. Sono andato poi dal Dumas al Jardin des Plantes e vi ho pranzato. Poi il Dumas ed io siamo andati a visitare il Milne-Edwards ».

« Venerdì 25. Ho visitato il Biot, che all'aspetto par molto vecchio, ma era molto di buon umore ».

« Lunedì 28... Sono andato dal Laponte ed ho avuto con lui una piacevole conversazione sugli apparati dei fari... Ho visitato il Peltier... Sono poi andato all'Osservatorio e ho trovato l'Arago, che era stato da noi due volte e aveva ottenuto per noi dei biglietti per la festa della Senna e per i fuochi artificiali agli Invalidi. Ho visitato anche il Fresnel, che era stato a cercarmi: l'ho trovato e ho parlato a lungo con lui... Alle sette e mezza siamo andati alla Sorbonne per vedere delle belle esperienze sull'applicazione della luce voltaica al microscopio solare. La pila era composta di settantadue coppie Bunsen ».

« Mercoledì 30. Sono andato alla seduta dell'Istituto, che in causa della festa di ieri era stata differita da Lunedì ad oggi. Parecchi membri erano andati fuori di città, ma tutti i presenti mi hanno accolto molto cordialmente. Sono stato lieto di vedere il Thènard, il Flourens, il Biot, il Dumas, l'Arago, l'Elie de Beaumont, il Poinsot, il Babinet, e molti altri, i cui nomi e le cui faccie hanno messo a dura prova la mia povera testa e la mia memoria ».

Capitolo VII.

Scoperta dell'azione del magnetismo sulla luce e del diamagnetismo — Ipotesi sulla natura delle radiazioni — Giudizio sulle conferenze popolari — Gli vengono conferite la medaglia reale e quella del Rumford — Studi sulle proprietà magnetiche dei gas — Corrispondenza con lo Schönbein e con l'Oersted — Lettera al Matteucci — Stanchezza — Nuovo periodo di grande operosità – Conferenza sull'ozono — Altre lettere allo Schönbein — Lettera al nipote Barnard.

Nel Settembre del 1845, il Faraday migliorato in salute, cominciò a sperimentare sul passaggio della luce polarizzata attraverso corpi diversi posti in un campo magnetico, nella speranza di dimostrare che il magnetismo poteva modificare i raggi luminosi. Il 13 Settembre pose alla prova molti corpi diversi, vetro flint, cristallo di rocca, spato calcare, vetro pesante ed altre sostanze. Fu col vetro pesante, ch' egli osservò per la prima volta l' effetto prodotto da un campo magnetico sopra un raggio polarizzato. Registrando tosto quanto aveva osservato, egli aggiunse: « Così è provato che esiste una relazione fra la forza magnetica e la luce. Questo fatto sarà probabilmente molto fecondo e di gran valore nello studio dell' essenza delle forze fisiche ». E dopo aver tentato invano d' osservarlo in altre sostanze, scrisse le parole « Per oggi ho fatto abbastanza ».

Il giorno 18 egli stabilì le condizioni e le leggi principali del fenomeno e fece, come scrisse nel suo

registro, « una buona giornata di lavoro ». Nei quattro giorni successivi s'adoperò ad ordinare e discutere i risultati dell'esperienze.

Il 6 Novembre mandò alla Società reale una memoria che contiene la descrizione della scoperta e forma la serie decimanona delle ricerche sperimentali sulla elettricità.

Questa scoperta diede al Faraday grandissima soddisfazione, perchè, com'egli disse nel pubblicarla, da molti anni egli serbava in sè l'opinione, o meglio la convinzione, che le varie forze naturali avessero la stessa origine, o in altre parole, fossero così strettamente e mutuamente legate da poter convertirsi l'una nell'altra ed equivalersi nei loro effetti. « Questa forte persuasione », egli scrisse, « si estendeva alle relazioni fra luce ed elettricità ed io feci molti vani tentativi per iscoprirle. Questi vani tentativi non indebolirono la mia persuasione e finalmente riuscii ».

« Non solo il vetro pesante, ma solidi e liquidi, acidi ed alcali, olii, acqua, alcool, etere, tutti hanno la proprietà, che in essi il piano di polarizzazione della luce ruota per effetto di un campo magnetico ».

Nel mese stesso ripetè ed estese ad altri corpi quell'esperienze per mezzo di una nuova e potente elettrocalamita a ferro di cavallo.

Il 4 Novembre era riuscito a vedere ciò che aveva tentato invano di ottenere un mese prima, l'orientarsi di una sbarra di vetro pesante nel campo magnetico. La vide disporsi in direzione perpendicolare alle linee di forza. Così scoprì il diamagnetismo e il fatto che tutti i corpi hanno proprietà magnetiche.

A proposito di queste esperienze egli scrisse così da Brighton allo Schönbein il 13 Novembre 1845:

« Ora mi avanza appena qualche momento per ciò

che non è lavoro. Sono riuscito a scoprire una relazione diretta fra il magnetismo e la luce e quindi fra l' elettricità e la luce e il campo aperto è così vasto e credo anche ricco, che io naturalmente desidero di guardarvi dentro per primo. Non ho tempo di spiegarvi la cosa, non ricevo alcuno e non faccio che lavorare ».

« La mia testa era diventata confusa e perciò son venuto qui, ma portando il mio lavoro con me. Quando avrò tempo, vi dirò di più. Ma fra tante cose di scienza non dimenticate di salutare per noi la sig.[ra] Schönbein. Il pensiero di trovarmi tranquillo con voi sulle montagne o sulle sponde del fiume forma uno strano contrasto col mio stato presente di operosità... ».

« Voi non potete pensare quanto io metta in opera adesso le mie facoltà poetiche per iscoprire analogie e relazioni fra la terra, il sole ed ogni sorta di cose. Io penso che questo sia il vero modo (quando non manchi il freno del giudizio) di trarre il debito frutto da una scoperta. »

Una lettera ad Augusto de la Rive scritta il 4 Dicembre 1845 dà minuti ragguagli sulle memorabili esperienze che il Faraday fece in quel tempo.

« .... La vostra lettera, che ho ricevuto questa mattina, mi ha fatto molto piacere tanto per le lodi, che essa contiene, quanto per la bontà e per l' affetto, da cui movono quelle lodi ».

« Io vi pongo nel numero di coloro, che godono sinceramente de'miei buoni successi ed io ve ne sono molto grato. La vostra ultima lettera è rimasta per più settimane sul mio scrittoio ed io avevo sempre l'intenzione di rispondervi, ma non ne ho avuto assolutamente il tempo, perchè da ultimo mi son chiuso nel mio laboratorio e non ho fatto altro che sperimentare lì dentro..... Una parte di ciò che trovai, voi la conoscete :

la mia memoria fu letta alla Società l'ultimo Giovedì, a quanto credo, perchè io non c' era. Mi è stato detto che ce n' era una relazione sull' Atheneum, ma non ho avuto il tempo di leggerla e non so come sia fatta. Posso indicarvi però un buon sunto della memoria, che trovasi nel *Times* dell' ultimo Sabbato (29 Novembre) Non so chi ne sia l' autore, ma è ben fatto, benchè breve ».

« Io sono ancora così affaccendato in quella scoperta che ho appena tempo di mangiare e ora sono qui a Brighton al doppio fine di lavorare e di ristorarmi e sento che se non fossi venuto qui e senza le debite cure non avrei potuto continuare i miei lavori. Ne cavai questo frutto, che l' ultimo Lunedì annunciai alla Società reale un' altra scoperta, di cui vi dirò l' argomento in poche parole... Parecchi anni fa io studiai la fabbricazione dei vetri ottici e composi con silice, acido borico e piombo una specie di vetro che chiamerò pesante e che l' Amici adopera per alcuni de' suoi microscopii. Fu questa sostanza che mi diede modo per prima di agire sulla luce con le forze elettriche e magnetiche. Ora se una sbarretta prismatica di questa sostanza, lunga due pollici e con la sezione quadrata di mezzo pollice di lato vien sospesa fra i poli d' una potente elettrocalamita a ferro di cavallo, tostochè la calamita è attiva, la sbarretta si orienta, ma non da polo a polo, bensì equatorialmente ossia perpendicolarmente alle linee di forza. Se la si allontana dalla sua posizione, essa vi ritorna e così avviene sempre finchè la calamita è attiva. Questo fatto è la conseguenza di una azione esercitata dalla calamita sulla sbarra, la quale azione è ancora più semplice di quel che appare con l' esperienza descritta. La si può render palese con un solo polo magnetico. Difatti se un pezzo cubico o ar-

rotondato di vetro pesante sia sospeso con un filo sottile lungo sei od otto piedi e stia pendente presso un polo di una elettrocalamita non ancora attiva, quando passerà la corrente, il vetro sarà respinto e la ripulsione continuerà finchè la calamita agisce ».

« Io studiai questo fenomeno in un gran numero di casi ed essi occuperanno due serie delle « Experimental Researches ». Tutte le sostanze che non sono magnetiche, si comportano in quel modo, sicchè un corpo qualsiasi appartiene all' una o all' altra delle due classi: è magnetico o diamagnetico. La legge del fenomeno nella sua più semplice forma è questa, che certe sostanze (diamagnetiche) tendono ad andare dai punti di maggior forza magnetica ai punti di forza minore. Una sostanza qualunque nell' esperienza descritta o si dispone lungo le linee magnetiche o trasversalmente ad esse. Egli è curioso che alcuni metalli possedono la proprietà diamagnetica in grado tale da non venir superati da qualsiasi altro corpo. In fatto io non so presentemente quale di queste sostanze, vetro pesante, bismuto o fosforo, sia più fortemente diamagnetico. Io credo che voi avrete una elettrocalamita abbastanza forte per verificare il fenomeno dell' orientazione equatoriale e della ripulsione, usando bismuto che non contenga sostanze magnetiche e facendone una sbarretta lunga un pollice e mezzo e con sezione quadrata di mezzo pollice o d' un terzo di pollice di lato ».

« Vi prego del favore di tenere per voi queste notizie per due o tre settimane e conservare questa lettera come ricordo della data. Per un riguardo verso la Società reale io non dovrei dare notizia della scoperta a nessuno, finchè la memoria non sia stata ricevuta e anche letta. Di qui a tre settimane od un mese io

credo che voi potrete farne parte ad altri riservando, come son sicuro che farete, i miei diritti ».

Il Wheatstone, a proposito di questa scoperta richiamò l' attenzione del Faraday sugli studi che aveva fatti il Becquerel sulle condizioni magnetiche della materia e n' ebbe in risposta il seguente biglietto:

« 5 Dicembre 1845

« Mille grazie, caro Wheatstone, della vostra lettera. Ho letto la memoria del Becquerel e ho aggiunto alcune parole sul principio della mia memoria. Fa meraviglia il vedere com' egli sia andato tanto vicino alla scoperta del grande principio e del fenomeno, e come l' uno e l' altro gli sieno sfuggiti ed egli sia ricaduto nelle vecchie idee ».

L' anno dopo il Faraday studiò ancora l' azione del magnetismo sopra un raggio polarizzato, ma egli non pubblicò alcuna memoria che descrivesse nuove esperienze.

Diede un corso di otto lezioni di elettricità e di magnetismo. Parlando della scoperta dell' Oersted egli disse nella prima lezione: « Essa aprì le porte di un territorio della scienza oscuro fino allora e lo empì con un fiume di luce ».

In una delle sue conferenze del Venerdì tenuta nei primi mesi di quell' anno egli trattò delle relazioni fra il magnetismo e la luce. In fine dalle note da lui prese per questa conferenza egli scrisse: « forse più tardi si otterrà il magnetismo dalla luce ». Fece una seconda lezione sulla condizione magnetica della materia e poi un' altra sul cronoscopio del Wheatstone. In fine di questa lezione egli accennò ad un' idea che occupava da lungo tempo la sua mente e che andava sempre più prendendovi piede, che forse quelle vibrazioni, con cui

si trasmettono la luce, il calore, le radiazioni attiniche ecc. non sono vibrazioni dell' etere, ma delle linee di forza, che congiungono insieme tutte le masse anche le più distanti e fanno sì che le più piccole particelle agiscono le une su le altre e si rendono percettibili a noi. E aggiunse nelle sue note « così tendo a mettere da parte l'etere ». Di questa ardita ipotesi, che il Faraday espose poi in una lettera a Riccardo Philipps pubblicata nel « Philosophical Magazine » del 1846, si parlerà anche più innanzi.

È notevole il giudizio ch' egli diede in quel tempo intorno alle conferenze popolari al segretario della « R. Institution » che lo interrogava in proposito. « Io non ho alcuna obbiezione da fare », egli disse, « alle conferenze serali, se voi trovate un uomo atto a farle. Le lezioni popolari, che sieno anche serie e buone, sono la cosa più difficile del mondo. Le conferenze, che realmente insegnano, non saranno mai popolari. Le conferenze popolari non varranno mai ad insegnare. Se ne intendono ben poco coloro, i quali credono che la scienza sia più facile ad insegnare di quel che sia l'abbicì; eppure chi ha mai imparato l'abbicì senza fatica e stento? Tuttavia tali lezioni possono in generale educare la mente e mostrare all'uomo giudizioso ciò che egli deve imparare e per questo esse sono molto utili al pubblico... Quanto alla chimica agraria, certo è un soggetto eccellente e popolare ma io temo che quelli che credono che se ne sappia molto, sono quelli che ne sanno meno ».

In altra occasione su questo stesso argomento egli disse: « L'efficacia di tali lezioni dipende dal modo, in cui sono date. Non è la materia, non il soggetto; è l'uomo che è difficile a trovarsi. Se questi non è capace di comunicare le sue idee ai giovani in modo facile, semplice e piano e non sente l' importanza di tale capacità, egli

non farà che accumulare degli ostacoli e pronuncerà parole che non saranno comprese ».

Nel 1846 per le sue due ultime scoperte gli vennero date la medaglia reale e quella del Rumford. Fu il primo caso, in cui il doppio onore toccasse ad un uomo solo. Prima aveva già ricevuto la medaglia reale e quella del Copley. Bence Jones osserva a questo proposito che è strano come un uomo ordinato qual era lui, che aveva gran cura dei suoi diplomi e delle lettere degli scienziati, sembrasse non dare importanza a queste maggiori ricompense. Quelle medaglie stavano chiuse in una cassetta come ferri vecchi.

Nel 1847 studiò le proprietà magnetiche delle fiamme e dei gas. Il Bancalari di Genova le aveva osservate per primo e il Faraday ebbe a stupirsi come il fatto gli fosse sfuggito nelle sue primi indagini.

La stanchezza, che l'aveva assalito alcuni anni prima si faceva di tratto in tratto sentire. Le sue lettere ne fanno fede. A Lord Auckland, primo Lord dell'ammiragliato, che l'aveva pregato di fare uno studio sui corpi disinfettanti, egli rispose così il 29 Luglio 1847.

« La mia salute negli ultimi anni s'indebolì grandemente. La mia testa ne soffrì e i medici mi dissero ch'era effetto di soverchia fatica. Ebbi perdita di memoria, confusione d'idee, vertigini. Solo rimedio il riposo. Lasciai quindi per gli ultimi dieci anni ogni lavoro professionale, rinunziando ad un grosso reddito per poter continuare in qualche modo i miei studi. Ma pur facendo così, mi tenni pronto, da buon suddito come sono, a servire il governo in quanto potevo e senza compenso... Io sarei ben contento di dare il mio consiglio entro i limiti del mio sapere, ma non posso fare esperienze... Lasciai Londra per avere il beneficio del cambiamento d'aria: eppure il mio stato se n'è av-

vantaggiato così poco, che io non sento fiducia di ritornare quando che sia alle mie occupazioni ».

E nell' Ottobre scriveva allo Schönbein :

« Benchè non abbia nulla da dirvi, sento desiderio di scrivervi. Ho aspettato per giorni e per settimane nella speranza che i miei pensieri si schiarissero. Ora non aspetto più oltre e vi mando una risposta alla vostra graziosa lettera, risposta che si segnalerà soltanto per il suo contrasto con quella..... La novità e la bellezza del vostro nuovo modo di riconoscere l'ozono sono ammirevoli e così pure l'applicazione di quei metodi alla scoperta dell'ozono proveniente da sorgenti diverse, fosforo, effluvio elettrico, elettrolisi. Io mi vergogno di dire che non ho ancora ripetuto l'esperienze, ma la mia testa è così confusa che i medici mi hanno vietato di pensare e di lavorare per un certo tempo e così sono costretto a stare fuori di città a far l'eremita e stare in assoluto riposo. Pensando a me stesso mi rallegro che voi siate sano e forte e lavoriate con una costanza così vigorosa e così fortunata. Possa ciò durare a lungo per la gioia e la felicità di voi stesso, di vostra moglie e della vostra famiglia ».

Lo Schönbein gli rispondeva consigliandolo a lasciare la rumorosa e nebbiosa Londra per andare sul lago di Como o a Meran o in qualche luogo simile. « Un sereno e grande paesaggio porterà un benefico eccitamento alla vostra mente, l'aria balsamica e pura vi darà nuove forze ». Aggiunge poi molte notizie sui suoi studi chimici e dice : « Voi conoscete le mie idee eterodosse intorno alla natura del cloro, che, conforme a quanto si credeva una volta, io tengo per un composto ossigenato simile per la sua costituzione ai perossidi di idrogeno, di manganese, ecc. Ebbene queste idee furono l'origine di tutte le mie esperienze di questi

ultimi anni e, se io fui abbastanza fortunato per iscoprire alcuni fatti notevoli, devo ciò interamente alle mie strane ipotesi e ai ragionamenti fondati sopra di esse » (1).

Ho riferito questa curiosa dichiarazione dello Schönbein, perchè ci mostra come talvolta anche chi sbaglia strada, può trovar qualche cosa di buono, purchè abbia occhio acuto. Ma quanti fra coloro che si abbandonano ad ipotesi errate, perdono tempo e fatica!

Nell'Agosto del 1848 il Plücker, che aveva già fatto degli studi importanti sul modo di comportarsi dei cristalli quando vengono sospesi in un campo magnetico, andò a Londra e ripetè le sue esperienze innanzi al Faraday. Questi fu vivamente attratto da quell'argomento e lo studiò con numerose esperienze.

Le vicende politiche del 1848 non destarono nel Faraday se non un senso di disgusto e di orrore. Egli ne giudicò erroneamente il carattere. Ciò è fatto manifesto dalla lettera diretta allo Schönbein nel Dicembre del 1848.

Meritano menzione una lettera scritta dall' Oersted al Faraday e la risposta di questo. Così scriveva l'Oersted da Copenhagen il 27 Dicembre 1849:

« *Mio caro signore,*

« Permettetemi di richiamarmi alla vostra memoria presentandovi il signor Colding, che vi porterà questa lettera.... Negli anni scorsi voi aveste la bontà d'inviarmi le vostre serie di « Researches », delle quali possedo le

---

(1) The Letters of Faraday ecc. p. 174. Lettera 19 Nov. 1847.

prime diciassette. Io sarei lieto d'avere la continuazione di queste immortali memorie. Io considero quelle che ho, come uno dei più belli ornamenti della mia biblioteca.... ».

La seguente lettera del Faraday all' Oersted è del Marzo 1850:

« Caro signore, ricevetti la vostra lettera due o tre settimane fa e fui molto contento che vi siate ricordato di me. Questo è un periodo dell'anno in cui sono occupato in tante faccende da non aver modo di far qualche cosa di buono. Mandai, è vero, una memoria alla Società reale due o tre mesi sono e fu letta recentemente. Vi descrivo i tentativi infruttuosi, che feci per riprodurre i risultati del Weber, del Reich e d' altri e spiego i fenomeni osservati con principii diversi dai loro (1). Questo argomento è ora molto studiato e promette molto. Parecchi (e fra questi voi stesso) vi stanno lavorando intorno e non è meraviglia che vi sieno opinioni diverse ».

Nel Novembre 1849 così scriveva al Matteucci.

« Caro Matteucci.... Ho lavorato per sei settimane intere cercando di venire a qualche conclusione, ma le conclusioni son negative. Il peggio si è che guardando i miei vecchi registri riscontrai che già avevo ottenuto gli stessi risultati sperimentali otto o nove mesi fa e che li avevo affatto dimenticati. Ciò mi addolora moltissimo, non già per il lavoro sprecato, ma per aver dimenticato quanto avevo già fatto. Senza memoria non si può lavorare utilmente.... Se io potessi, non vi scriverei mai

---

(1) Allude alla spiegazione del diamagnerismo. Vedi la serie XXIII.

una lettera senza qualche discussione scientifica. Ma nel modo, in cui van le cose, è probabile che tutte le mie lettere sieno così povere come questa ».

L'esperienze, a cui il Faraday allude in questa lettera, son forse quelle sulla polarità dei corpi diamagnetici descritte nella serie XXIII. Il non aver nel 1849 pubblicato alcun scritto mostra come le sue condizioni di salute sieno state cattive in quell'anno. Gli pareva di non poter più conservare il suo ufficio. Carlo Tomlinson narrò al Gladstone alcuni particolari d'una lezione sulla elettricità statica fatta dal Faraday nel 1849. Egli cominciò in questo modo: « Il tempo passa e porta dei cangiamenti non solo nella scienza, ma anche in noi stessi ».

« Io sento che devo lasciare ad altri il posto che occupo su questa cattedra. Riconobbi in vero da lungo tempo che sarebbe molto più giusto che io fossi in mezzo a voi ad imparare piuttosto che qui ad insegnare. Essendo succeduto ad un uomo come il Davy, essendo stato collega d'un uomo come il Brande e avendo dovuto aprirmi la via da solo, ho sempre sentito che la mia posizione era molto strana. Voi vi stupirete che io dica queste cose. Non è già per affettazione di modestia, ma io sento che la perdita della memoria mi rende inetto a compiere i miei doveri: ma lasciamo da parte la mia persona e veniamo al nostro argomento ».

Nel 1850 le condizioni di salute si fecero molto migliori, sicchè egli potè ritornare al lavoro. Presentò in quell' anno cinque memorie alla Società reale.

La prima tratta ancora del diamagnetismo. Nella seconda il Faraday si propose lo studio d' un problema che lo attraeva da molto tempo. Come spiegare la gravitazione? Come spiegare l' azione di questa forza che sollecita due corpi qualunque a moversi l' uno verso

l' altro dovunque essi sieno, stieno nel vuoto o circondati da altri corpi? È questo un fenomeno che finora restò impenetrabile.

Il Faraday pensava che fra gravità ed elettricità dovesse esistere una relazione o fra gravità e magnetismo o fra gravità ed altre forze, che in qualche modo si dovesse trovare una relazione di equivalenza fra queste diverse forme di una medesima causa. Dopo aver esposto in venti paragrafi del suo registro di laboratorio in quel modo, secondo il suo concetto, la relazione fra gravità ed elettricità avrebbe dovuto avverarsi, egli conclude: « Tutto questo è un sogno. Si faccia ancora qualche tentativo. Quando una cosa non contrasta con le leggi della natura, essa può esser vera, ancorchè possa parere strana. L' esperienza è la sola prova, cui si debba ricorrere ».

Egli chiude così la memoria (XXIV serie), nella quale descrive le sue esperienze su quell' argomento. « Fin qui i miei tentativi che sono stati infruttuosi. Essi non indeboliscono la mia fede nella esistenza di una relazione fra gravità ed elettricità ». Dieci anni dopo nell' ultimo suo scritto riferì quasi le stesse parole.

Le altre memorie presentate nel 1850 trattano dello stato magnetico e diamagnetico dei corpi, della conducibilità magnetica e delle proprietà magnetiche dell' atmosfera.

In una delle lezioni del Venerdì tenuta nel Giugno del 1850 il Faraday parlò del congelamento dell'acqua e delle condizioni più favorevoli a questo fenomeno. Mostrò come il ghiaccio sia puro ancorchè provenga da soluzioni, come sia bianco e limpido ancorchè provenga da acqua fortemente colorata. Parlò poi del fenomeno che fu più tardi detto *rigelo* (*regelation*), fece notare cioè come l'acqua facilmente si congeli quando

stia fra due superficie molto vicine di ghiaccio. Egli fece menzione della spiegazione di un tal fenomeno, che era stata data da Giacomo Thomson nelle sue memorie intorno all' influenza della pressione sulla temperatura di fusione. Otto anni più tardi ritornò sullo stesso argomento e senza opporsi alla spiegazione del Thomson osservò che di quel fenomeno potevasi anche dar ragione tenendo conto soltanto della coesione. Una particella d'acqua, se la sua temperatura scende fino a 0° e poi anche al di sotto, facilmente si mantiene liquida quando è circondata da particelle eguali ad essa e poste nelle stesse condizioni. Ciò succede difficilmente se è a contatto con altri corpi. Un pezzetto di ghiaccio, che si lasci cadere entro l' acqua ancor liquida, la cui temperatura sia inferiore a 0°, la fa rapidamente congelare, benchè la sua temperatura sia più alta di quella dell'acqua. Se una particella d'acqua raffreddata fino a 0° stia tra due pareti di ghiaccio, si comprende come essa sia nelle condizioni più favorevoli per congelare.

Dal lavoro compiuto in questo breve periodo noi vediamo di che fosse ancora capace quella mente non appena un po' di riposo le dava nuovo vigore. Ad un amico, che lo invitava ad andare ospite presso di lui, scriveva il 24 Agosto 1850 da Upper Norwood.

«...... Venimmo ad abitare qui una piccola casa, dove ho per me una cameretta. È sulla cima d'un colle e dacchè siam qui ho passato molto tempo in meditazioni magnetiche. Io scrivo, scrivo e scrivo per compiere tre memorie da mandare alla Società Reale e spero che due di esse saranno buone, se giustificano le mie speranze. Voi sentirete alcun che di esse nelle lezioni del Venerdì sera. Per ora non devo dire di più».

« Quando ho finito di scrivere, passeggio verso sera insieme con mia moglie per godere il tramonto. Per me, che mi compiaccio molto delle belle vedute, non v' è cosa più bella dell' aspetto del cielo. Un bel tramonto mi porta una folla di deliziosi pensieri ».

In questo tempo i periodi di buona salute s'alternavano con quelli di debolezza e il Faraday si valeva dei primi per darsi al lavoro sperimentale senza mai trascurare il suo ufficio d'insegnante. Nel 1851 dedicò ad assiduo lavoro gli ultimi quattro mesi. Le due memorie, ch'egli pubblicò in quell'anno (serie XXVIII e XXIX) trattano delle linee magnetiche di forza e del modo di studiare la distribuzione delle forze magnetiche in uno spazio col mezzo delle correnti indotte. Tenne anche molte lezioni e conferenze. I tre anni successivi invece furono anni di poco lavoro.

Benchè nel primo semestre del 1851 egli si lagnasse più che mai della debolezza della memoria, pure accondiscese al desiderio espressogli dall' amico Schönbein fin dal Marzo dell'anno precedente e volle esporre in una solenne conferenza la scoperta dell' ozono e gli studi dell'amico sulle proprietà di quella sostanza. Aveva pregato lo Schönbein d'indicargli l'esperienze da farsi e attese per parecchi mesi a preparare la lezione.

Nel Marzo scriveva allo Schönbein : « Credo che la mia serata, o piuttosto la vostra, sarà il 13 Giugno. Nel fare un primo abbozzo della conferenza m' avvidi dell' ampiezza dell' argomento. Mi pare che esso si faccia sempre più ampio. E non so quanto voi lo estenderete prima che io ne parli ».

« Io non vedo per ora alcuna relazione fra la condizione magnetica dell'ossigeno e quella dell'ozono, ma

chi può dirne qualche cosa? Io penso che voi farete qualche indagine per vedere quanto di forza magnetica l'ossigeno porti nei suoi composti. È veramente singolare, che l'ossigeno, il quale allo stato di gas è magnetico in grado notevole, perda ne' suoi composti ogni forza magnetica. L'acqua, che è per $^{8}/_{9}$ ossigeno, non ne mostra traccia e il perossido di ferro, che pure è un composto di due corpi magnetici, è appena appena magnetico.... Penso qualche volta che possiamo forse intendere meglio questi cangiamenti con l'osservare che il magnetismo è piuttosto una forza fisica che chimica, ma dopo tutto anche questo è un gioco di parole e mostra ignoranza piuttosto che sagacità ».

« Son certo che rispondo male alle vostre lettere, ma, caro amico, voi vi *ricordate* che io *dimentico* e che io non posso mettervi rimedio più di quanto può fare uno staccio per trattenere dell'acqua. E voi sapete che io sono amico vostro vecchio, riconoscente, affezionato e tutto ciò che posso dirvi è che quanto più imparo a conoscervi tanto più mi sento legato a voi ».

Un mese dopo gli scriveva da Hastings:

« Mio caro Schönbein, siamo sulla riva del mare e la mia mente è così inerte che non posso trovarvi un'idea. Voi vi stupirete che io vi scriva quantunque non abbia nulla da dirvi, ma il fatto è che io sento d'esservi debitore d'una lettera, benchè non veda chiaro come stia la cosa. Io preferisco di far con voi la figura dello stupido piuttosto che sembrar trascurato rispetto alla vostra bontà ».

« Fra sei o sette settimane parlerò dell'ozono. Spero che non farò torto a voi nel valermi dell'abbondante e bella materia che mi avete fornito. Ma sento che la mia memoria non è più atta a padroneggiare un soggetto come faceva un tempo. Allora io non mi curavo

del numero più o meno grande degli argomenti; tutti stavano al loro posto ed io sceglieva quelli che meglio mi convenivano. Ora ne vedo solo pochi per volta e spesso succede che un soggetto di poca importanza, che al momento è padrone della mia mente, nasconde ed oscura un altro soggetto più importante, che pur sarebbe pronto ed aspetta ».

La conferenza fu tenuta in Luglio. Il primo Agosto il Faraday diede notizia allo Schönbein del buon successo.

« La serata dell' ozono andò magnificamente. La sala era affollata, e molti dovettero andarsene e rinunciare ad udire la storia (almeno la storia fatta da me) di questo corpo importante. Mercè la vostra cortesia la materia fu molto abbondante e istruttiva, e l' esperienze riuscirono bene. L' argomento era stato fatto noto così diviso e spezzato, che molti maravigliarono nel vederne l' ampiezza quand' esso venne loro presentato nel suo insieme. Eppure quest' insieme dev' esser stato molto imperfetto nel mio discorso perchè dovetti accorciarlo e restringerlo in ogni parte.... Il soggetto piacque molto e, a sentir la gente, non ho ragione di dolermi dell' opera mia, nè per il soggetto, nè per me stesso... ».

Il 9 Dicembre del 1852 egli scriveva allo stesso Schönbein da Brighton: « Se non vi scrivo ora, non so quando potrò scrivervi. Ora poi non so quello che vi dirò, perchè io sono qui che dormo, mangio e sto senza far nulla affine di acquistar forza sufficiente per fare una mezza dozzina di lezioni ai giovani a Natale. Il fatto è che io mi sono affaticato per lungo tempo senza buon esito: tutte le risposte che ho avuto dalla natura, sono state negative, e benchè esse dicano la verità quanto risposte affermative, pure non sono inco-

raggianti: ne segue che io sono ora spossato. Vorrei possedere alcune particolarità del vostro carattere: non dico quali, perchè non so dove la lista possa terminare e voi potreste darmi torto e dirmi ingrato alla Provvidenza ».

Nello stesso anno 1852 il Faraday scriveva al nipote Franck Barnard, che studiava pittura a Parigi, una lettera piena di saggi consigli. Eccone un brano:

« Caro nipote, benchè io non scriva molte lettere, nè abbia il proposito di darti notizie, pure intendo rubarti un po' di tempo, per ringraziarti prima della lettera, che mi scrivesti, poi di ciò che seppi dalle tue lettere ad altri. Tu fosti molto gentile eseguendo le mie commissioni, benchè occupato ne' tuoi studi. Mi furono care le notizie che mi mandasti intorno all' Arago, quantunque rispetto alla sua salute le avessi desiderate migliori. Egli è un uomo ammirabile per il carattere e per l' ingegno ».

« Sento che sei affaccendato e che ti trovi un po' a disagio, ma nessuno può fare ciò che gli piace. In più cose bisogna cedere e si può cedere onorevolmente, purchè ciò sia senza offesa al proprio decoro. Questo soprattutto importa, mio caro Franck. Sii fermo sempre su questo punto. Qualunque possa essere il caso, non permettere mai che alcuno t' inviti a fare altrimenti, perchè ciò che non è giusto, non può mai convenire. E, benchè alcuno de' tuoi compagni possa biasimarti dapprima, alla fine ti darà ragione e ti stimerà, e, se anche ciò non facesse, poco importa. Io confido però che tu abbia passato la parte più difficile delle tue prove, poichè tutte le cose riescono più difficili sul principio. E poi tu sei un uomo da prender tutto con calma ».

Capitolo VIII

Il Faraday nella famiglia, nel laboratorio, nella scuola e nella chiesa.

Dai ricordi di Miss Reid riferiti nel capitolo quinto, appare abbastanza chiaramente qual fosse il carattere del Faraday. I cenni seguenti compiranno il disegno.

Della giovialità del Faraday anche in età avanzata parla il Gladstone e adduce qualche aneddoto. Egli narra che al congresso tenuto dalla «British Association» a Ipswich gli fece maraviglia la vivacità del Faraday nella conversazione e il calore con cui discuteva.

Della sua modestia s' è già detto: essa si manifestava anche nella ripugnanza ad assumere cariche che lo mettessero in vista. Una volta che gli fu offerto dal suo amico Percy di far parte di non so qual comitato, rispose: « Mio caro Percy, non posso accettare. Io evito qualunque cosa di quel genere affine di mantenere un po' chiara la mia stupida testa. Quanto a far parte del comitato e non far niente, peggio che mai... ».

Nell' adunanza tenuta a Liverpool dalla « British Association » accettò la presidenza della sezione chimica, ma non volle accettare l' ufficio di presidente generale del congresso.

Quando lord Wrottesley si ritirò dall' ufficio di presidente della Società Reale, venne offerta questa carica al Faraday. Una commissione gli si presentò a tal fine esprimendogli le istanze del consiglio direttivo e di tutti i colleghi. Egli chiese tempo. Narra il Tyndall, che essendo andato il mattino dopo da lui ed avendo sentito che non voleva accettare, gli disse che il suo rifiuto avrebbe fatto dispiacere a tutti. « Voi non dovete sollecitarmi ad assumere quel difficile incarico » gli disse il Faraday. E il Tyndall rispose : « Non solo vi sollecito a ciò, ma vi dico che avete stretto dovere di accettare ». Allora il Faraday parlò delle fatiche che la carica portava : disse che egli non sapeva far le cose con facilità, che se egli diveniva presidente, avrebbe messo innanzi nuove questioni e avrebbe proposto delle riforme. Il Tyndall gli disse che avrebbe trovato appoggio fra i più giovani soci, ma ciò non lo persuase. In quel punto entrò la moglie e il Faraday chiese il parere di lei. Ella decise per il rifiuto, di che il Tyndall si dolse. « Tyndall », diss' egli allora, « Io devo rimanere Michele Faraday fino alla fine : se io accettassi quell' onore, non sarei sicuro che la mia testa si serbasse sana nemmeno per un anno ».

Una volta corse la voce che gli si voleva dare un titolo nobiliare. Ad un amico, che gli aveva scritto di ciò, rispose : « Sono molto lieto di non essere diventato *Sir* e per quanto dipende da me, farò in modo di non aver tal titolo mai ». E per tutta la sua vita serbò quel proposito e rimase sempre Michele Faraday e nulla più.

Nel suo giornale di viaggio in Isvizzera sta scritto con la data d' Interlaken : « V' è qui una fabbrica di chiodi abbastanza grande ed è piacevole il vedere questo lavoro. Mi son care le botteghe dei fabbri e tutto

ciò che ha relazione con esse. Mio padre era un fabbro ».

Mentre il Noble gli faceva il busto, avvenne che lo scultore, dando gli ultimi colpi al marmo, battè due scalpelli l' uno contro l' altro. Vedendo che il Faraday era pensoso e temendo d' avergli dato noia con quel suono, ne chiese scusa. « No, mio caro signor Noble », disse il Faraday ponendogli una mano sulla spalla, « gli è che quel rumore mi ha richiamato alla mente l' incudine di mio padre e il tempo della mia fanciullezza ». Narra il Thompson che Giuseppe Newton, assistente alla zecca, che non conosceva di persona il Faraday, venne una volta alla « Royal Institution » per prepararvi una lezione sulla coniazione delle monete. Mentre egli nella scuola era intento all'opera sua, vide entrare un uomo semplicemente vestito, debole all' aspetto e attempato, che si fermò ad osservare attentamente ciò che egli faceva. Egli lo prese per un custode o inserviente e gli disse: « M' immagino che voi siate qui da molti anni ». « Oh, sì », rispose l'altro « E vi si pagherà bene. Questo è ciò che più importa ». « Certo », rispose il vecchio, « l'operaio deve avere la sua paga e io non mi lagnerei se fossi pagato di più ». Alla sera prima che cominciasse la lezione, il Newton vide entrare fra gli altri il suo interlocutore e seppe con grande meraviglia che quegli era il celebre Faraday, tanto modesto quanto celebre.

La ritrosia di lui per tutto ciò che aveva del teatrale faceva sì che egli negasse il suo nome anche ad imprese filantropiche, se per ciò occorreva mettersi in piazza, avverso a quell'aurea massima da tanti seguita, secondo la quale per diventare illustre basta far stampare spesso il proprio nome, qualunque ne sia la ragione, sulle gazzette. Eppure egli era sommamente misericordioso e

benefico. Anche cercava di non far parte di commissioni scientifiche. Non volle ad esempio, nel 1831 cooperare alla fondazione della Società britannica per il progresso delle scienze.

Assisteva rarissimamente alle sedute della Società reale, anche quando vi si leggevano le sue memorie; ma la ragione di ciò stava principalmente nel fatto sopra accennato, che egli avrebbe desiderato certe riforme nello statuto di quella Società e non aveva alcuna speranza di farle accettare.

Ai ritrovi sociali andava di rado e, se andava, si tratteneva pochissimo. Rifiutava per sistema gl' inviti a pranzo e l'ospitalità, che gli venisse offerta se era fuori di Londra.

La sua grande rinomanza e l' abitare in un punto molto frequentato della città l' esponevano al flagello delle visite ed egli era troppo buono per resistere sempre alle insistenze di coloro che non si lasciavano scoraggiare da un primo rifiuto. Quanti inventori illusi, quanti guastamestieri ricorrevano a lui. E qualche volta riuscivano a fargli perdere la pazienza!

Una mattina, narra il Gladstone, un giovinotto gli si presentò e gli confidò le conclusioni di un suo studio originale sui fenomeni elettrici. Il Faraday prese dalla libreria un volume della Enciclopedia del Ree e chiese: « Si è Ella prima accertata, consultando quest' opera od altra simile, che la sua scoperta non sia già stata fatta? » « No » rispose il giovine. « E allora perchè venire a farmi perdere il tempo annunziandomi come nuove delle cose che furono pubblicate quaranta anni fa? » « Signore », soggiunse il giovine, « pensai che fosse da riferire la cosa senza indugio al quartier generale ». « Ciò poteva convenire a Lei », osservò il Fa-

raday, « ma non al quartier generale » e invitò il giovine a leggere il libro.

Un' altra volta gli si presentò un signore attempato e di grave aspetto annunziandogli che voleva fargli conoscere una nuova legge fisica da lui scoperta. Pregò il Faraday di fargli portare un vaso d' acqna e un tappo di sovero. « Osservate », gli disse « quando il vaso non è pieno, il tappo galleggiando sta aderente alle pareti, ma se verso dell' acqua fino all' orlo, il tappo viene respinto fino al centro ». « Si sa bene » rispose il Faraday. « Ma da quando lo sapete ? » chiese sconcertato lo scopritore ». « Fin da quando ero fanciullo », rispose il professore e cercò di mitigare con cortesi parole il dolore del disinganno.

Ma non sempre i visitatori erano di questo genere: qualche volta erano dei giovani che avevano bisogno di consiglio e di aiuto e mostravano di meritarlo, e il Faraday, che non dimenticò mai la sua umile origine, era ben lieto di prestarsi a loro favore.

Frequenti erano le visite di colleghi inglesi e forestieri. Il geologo Mallet così narrò le sue visite al Faraday : « Non andavo mai a Londra senza fargli una visita e una volta lo pregai di mostrarmi la sala, dove lui e il Davy avevano lavorato insieme. Con la massima cortesia egli mi fece vedere tutto l' edificio della « Royal Institution ». I forni del Brande, le pile del Davy, il luogo, dove egli aveva prima osservato la liquefazione del cloro mi stanno innanzi come se li avessi veduti ieri ; ma più di tutto è viva nella mia mente la discussione che facemmo sopra un saggio di vetro verde con bianche sferette opache di cristalli raggianti : egli parlò stupendamente dello stato vitreo e del cristallino e sulla probabile natura di quelle sferette. Ritornai da lui poco dopo la pubblicazione della

mia memoria sulla dinamica dei terremoti. Egli me ne parlò con lodi che mi parevano soverchie rispetto al valore dello scritto e mi ricordo come il pensiero dei grandi meriti del Faraday mi attraversò la mente in quel momento. Io mi avventurai a domandargli se egli aveva letta la memoria con sufficiente attenzione da potermi dire se la mia spiegazione delle scosse dette vorticose gli pareva giusta. Con mio stupore egli mi disse quasi parola per parola il paragrafo, in cui io avevo non senza fatica cercato di esporre il mio parere e concluse che la dimostrazione era semplice e rigorosa come una proposizione di Euclide. Eppure l'argomento si poteva dire estraneo ai suoi studi ».

Con tanta bontà, con tanto ardore nel far progredire la scienza appare strano che egli compisse la sua lunga carriera senza fondare una scuola, senza lasciare un allievo. Infatti nessuno gli fu compagno nello sperimentare. Il solo aiuto, ch' egli ebbe, fu quello dell' Anderson, che era un obbediente esecutore de' suoi ordini, aveva press' a poco la sua età e non vedeva più in là delle materiali operazioni. Il Faraday riconobbe questa sua deficienza.

Benchè il fatto di non aver avuto alcun allievo si possa ascrivere forse a poca ventura più che a difetto, non si può negare che fu sempre sua consuetudine quella di lavorare da solo e quasi in secreto. Egli stesso ebbe a dire che certi suoi tentativi erano così temerari e fuor del comune, ch'egli si chiudeva nel laboratorio per farli, temendo che se altri li avesse veduti, li giudicasse ridicoli.

Forse anche l' essersi istruito da sè con metodi affatto diversi da quelli ordinariamente seguiti gli rendeva difficile il comunicare le proprie idee ad un collaboratore e il tenerlo alla pari con sè. Forse anche la grande

agilità del suo ingegno e quella facoltà d'intuizione, che gli dava modo di vedere ne' misteri della natura ciò che non vedevano gli altri, facevano sì che un compagno fosse per lui un impedimento, un fastidio.

Questa è forse la vera ragione della sua solitudine nel suo ufficio di scienziato. A torto si cercherebbe di spiegarla con quella diffidenza, con quella meschina gelosia, che pur si riscontra tante volte anche in uomini di scienza d' alto valore. Le prove dell'affettuosa simpatia che egli sentiva per chi cominciava a percorrere la difficile via della scienza, sono numerosissime. L' Abel, che fu poi direttore dell' ufficio chimico del Ministero della Guerra e successe al Faraday nell'Accademia militare di Woolwich, mandò al Gladstone le seguenti memorie :

« Nel 1849 io fui incaricato di dirigere le esercitazioni pratiche degli allievi nell' Arsenale e ciò in gran parte per raccomandazione del Faraday. Il gioruo, in cui dovevo, giovanissimo ancora, fare la mia prima comparsa come professore, io ero naturalmente molto commosso e fui ancora più turbato quando, prima della lezione, vidi entrare il Faraday nella scuola. Egli era venuto all' Accademia a preparare, come al solito, la lezione del domani e la sua benevolenza per me l'aveva spinto a venire a darmi il suo appoggio in quel giorno solenne. Le sue parole ben tosto mi rasserenarono. « Vengo a vedere », mi disse, « se posso darvi una mano » e ponendosi subito all' opera, volle ad ogni patto aiutarmi e alla fine della lezione, quando feci ripetere le esperienze agli allievi, egli mi tenne dietro aiutando quei giovani negli esercizi e godendo nell' intimo dell' animo suo di quell' ufficio, che si era assunto, di assistente del suo protetto ».

W. F. Barrett, che fu poi assistente del Tyndall

e professore di Fisica, fornì pure al Gladstone i cenni seguenti:

« Il mio primo colloquio col Faraday avvenne dieci anni fa e non me ne dimenticherò mai. Ero allora studente e pensavo più a ciò che avevo allora a fare che non all'avvenire. Il Faraday non mi conosceva. Pensate cosa provai, quando prendendomi una mano fra le sue, mi disse d'aver saputo che io aveva deciso di darmi alla scienza. « È una vita dura », soggiunse, « ma nobile e gloriosa. Lavorate con assiduità e con amore e riuscirete ». Disse ciò con un'aria dolce, ma seria, che m'ispirò un vivo amor del lavoro e mi fece nel tempo stesso temere d'aver spinto le mie speranze troppo in su ».

« Dopo quel giorno il Faraday non ommise mai di darmi prove della sua benevolenza nei modi più ingegnosi e delicati. Mi chiamava spesso nella sua stanza affinchè gli facessi vedere i risultati di qualche mio piccolo studio. Egli mostrava per ciò che avevo fatto, la massima sollecitudine. Il piacere, che egli vi prendeva, pareva eguagliare il mio e nel congedarsi egli mi diceva parole di lode e mi dava ottimi suggerimenti ».

« Con quella stessa benignità m'invitò a casa sua in Hampton Court e a cenare con lui dopo la conferenza del Venerdì. Coloro, che vivono soli in Londra, sconosciuti e trascurati da tutti, possono apprezzare questa benevolenza, che il Faraday non mostrava a me solo, ma in egual grado anche al mio collega assistente nel Laboratorio di chimica ».

Le sue beneficenze erano frequenti, non già per i mendicanti, ai quali dava soltanto dei buoni degli istituti di mendicità, ma per coloro, di cui conosceva i bisogni. Soleva dare in tali casi somme che variavano da 5 scellini a 5 sterline. Narra il Gladstone che giun-

geva talvolta a dare anche venti sterline, e che non faceva risparmi, perchè tutti i suoi proventi, toltone quanto occorreva alla comoda ma modesta sua vita, andavano impiegati in beneficenze. Ma la sua mano sinistra non sapeva ciò che faceva la destra. Ad un amico che gli chiedeva un' offerta per una sottoscrizione di beneficenza, scrisse una volta: « Visto il caso presente, sarò ben lieto di aiutarti nei limiti delle mie forze; ma io non ho mai voluto che il mio nome apparisse in pubblico per simili cose e anche raramente lasciai pubblicare le iniziali del mio nome ».

Nè solo era generoso di denaro, ma dava pure il suo tempo. Nemmeno l' ardore d'una ricerca scientifica già avviata poteva trattenerlo dal portare assistenza ad un parente o ad un amico, che fosse ammalato o avesse altrimenti bisogno della sua opera. Nel suo cuore ogni sventura, ogni dolore trovavano la corrispondenza di un' intima simpatia.

Una volta la vista d' un vecchio amico, che per infermità era costretto a farsi trascinare in una carrozzella, lo commosse fino al pianto.

« Quando otto anni or sono », dice il Gladstone, « mia moglie e mio figlio mi furono rapiti quasi ad un tempo ed io ero malato dello stesso male, egli venne a casa mia e vincendo ogni contrasto, entrò nella mia camera infetta. Egli mi avrebbe stretto la mano se io gliela avessi data e sedette accanto al mio letto confortandomi con le sue buone parole e con la cristiana speranza ».

Del suo amore per i bambini così parla lo stesso Gladstone. « Era questa una delle forme, in cui meglio si spiegava la bontà dell' animo suo. Non avendo figli voleva intorno a sè le nipoti... Nè solo era così buono per i parenti. V' è chi ricorda d' aver ricevuto,

quand'era bambino, dal Faraday non so che giocattoli di carta fatti dalle mani di lui e con entro un'autentica mezza corona ».

« Un giorno che mia moglie ed io andammo a visitarlo con i bambini, egli li fece giocare a nascondersi nella scuola e poi li divertì facendo vibrare dei coristi e dei bicchieri. In una serata in casa del signor Justice Grove egli chiese di vedere i bambini: la ragazza maggiore portò giù i fratellini in camicia e il Faraday ne fu lietissimo, disse che non si avrebbe potuto fargli maggior piacere. E quando il suo intelletto era quasi spento, bastava una carezza d' una sua nipotina per dargli un lampo di vita ».

« Il rispetto ch'egli aveva per gli altri, ne inspirava altrettanto per lui. « Era difficile imaginare », dice il Gladstone che alcuno gli mancasse di rispetto. Coloro che dipendevano da lui, erano sempre intenti a spiare i primi indizi dei suoi desideri ».

Così s'era stabilita tra lui e coloro che gli stavano intorno, un'affettuosa corrispondenza e gli atti della sua bontà gli procacciavano delle manifestazioni di riconoscenza e di ammirazione ch' erano una delizia al suo cuore. Era estremamente sensibile alle altrui cortesie. In una lettera al de la Rive si trovano queste righe. « Vi ricordate che in una caldissima giornata a Ginevra, non so quanti anni sono, vedendomi stanco ed assetato mi conduceste a casa vostra, e mi deste un bicchiere d'acqua di lamponi? Quella buona bevanda la sento ancora che mi ristora ».

E al Tyndall diceva: « Tyndall, il più dolce compenso dell' opera mia, sta nella simpatia e nella benevolenza ch' essa mi procurò da tutte le parti del mondo ».

Pure stando a quanto ne disse chi gli visse vicino

e, grandemente stimandolo, anzi venerandolo, ne esaminò imparzialmente il carattere, quest' uomo non si poteva dire un modello di tutte le virtù. L' indole sua era focosa e collerica. Egli riusciva per lo più a dominare sè medesimo, ma non sempre. Narrasi che più volte sia stato aspro ed ingiusto contro qualcuno che l'aveva irritato. Come scienziato, a dire del Thompson, non riconobbe, come doveva, i meriti dello Sturgeon rispetto all' invenzione dell' elettrocalamita attribuendola al Moll e all' Henry, che manifestamente s' eran giovati degli studi del primo. Anche verso il Dalton non si mostrò estimatore imparziale.

Eran queste delle piccole ombre che quasi facean meglio manifesta la pura e serena bellezza dell' anima sua. La sua vita casalinga e la mancanza d'ogni volgare ambizione lo salvavano da quelle contrarietà che spesso rattristano la vita degli uomini dediti alla scienza. E se vedeva intorno a sè meschine ambizioni e gelosie, mestamente guardava e compativa.

Mrs Crosse riferisce così un colloquio ch' ella ebbe col Faraday su questo argomento. « Quand'ebbi veduto i numerosi apparecchi e strumenti dell'istituto, mi volsi al Faraday e gli dissi: « Ella deve essere felice qui dentro, con la mente sempre volta ai suoi studi, che tanto la innalzano sopra le miserie della vita comune ». Egli scosse il capo e sul suo volto tanto mutevole l' espressione di gioia si cangiò in quella di profonda mestizia. « Quando lasciai il mestiere », mi disse, « e mi diedi alla scienza, credevo di non incontrare mai più certe piccole gelosie e ostilità, ma, ancorchè in altra sfera, la meschinità dell'umana natura mi si mostrò con le stesse debolezze, anche se le menti erano più colte ». Tali furono le sue parole e guardando quel-l'uomo così buono e così grande, mi parve di non aver

mai veduto una faccia, che meglio di quella rivelasse un' anima non macchiata dalle vanità e meschinità umane ».

Rispetto al dominio, che il Faraday esercitava sopra sè stesso e al modo di comportarsi con i colleghi è notevole una lettera che egli scrisse nell' Ottobre del 1855 al Tyndall. Questi aveva presentato al congresso dell'Associazione britannica a Glasgow uno scritto, che diede origine ad una discussione molto viva. Il Tyndall ne rimase addolorato e malcontento e scrisse al Faraday partecipandogli il suo stato d' animo.

La lettera che ne ricevette, è la seguente.

« Mio caro Tyndall, queste grandi assemblee che io credo utili, fanno progredire le scienze principalmente per ciò, che gli scienziati si conoscono e stringono amicizia ed è spiacevole che non sia sempre così. Intorno alla seduta, di cui mi parlate, non so nulla di più di quanto voi stesso m' avete fatto sapere, perchè non ho letto ancora i rendiconti. Permettete però a un veterano come me, che deve ormai aver fatto una certa esperienza in siffatte cose, di dirvi che io stesso da giovane interpretai male le intenzioni di certe persone, attribuendo loro dei pensieri che non avevano. Permettetemi di dirvi che in generale è da saggio andar lentamente nel tener conto delle parole che sembrano offensive ed esser pronti ad accogliere quelle che sono amichevoli. La verità vera da ultimo trionfa sempre e un avversario, che abbia torto, vien vinto più presto quando gli si risponde pacatamente anzichè con la violenza. Voglio dire che è meglio chiuder gli occhi per gli atti dei nemici e aprirli per quelli degli amici. Voi potete difficilmente farvi un' idea della rabbia che io provava, quando incontrava qualche opposizione che stimavo ingiusta e offensiva. Tuttavia mi sforzavo

di non far palese nelle risposte l'acredine che avevo dentro. Spero d'esservi riuscito e son contento d'aver fatto così. Non vi direi tutto ciò se non sapessi che siete un vero filosofo ed un amico ».

Il Gladstone così descrive la vita giornaliera del Faraday.

« Al mattino, di buon'ora, subito dopo aver fatta la prima colazione, egli faceva un giro nel palazzo della « Royal Institution » per vedere se tutto era in ordine, poi entrava nel Laboratorio e indossava una sopravveste bianca che con le sue macchie e i suoi buchi raccontava i suoi lunghi servigi. Il fido Anderson stava attendendo ».

« Era sistema del Faraday quello di meditare lungamente il problema che voleva affrontare e stabilire prima il disegno dell'opera sua. Se occorreva qualche nuovo apparecchio, ne dava il disegno al meccanico con tali schiarimenti ed indicazioni che non c'era quasi mai bisogno di modificare lo strumento quand'era fatto. Quanto agli apparecchi, che già esistevano, egli dava una lista all'Anderson di ciò che occorreva e la dava almeno il giorno prima perchè l'Anderson non era uomo da fare le cose in fretta ».

« Ecco il Faraday in mezzo ai suoi apparecchi. Egli li dispone come conviene, allontanando tutto ciò che non è necessario. Le idee si susseguono rapidamente nel suo cervello ed egli dà nuove disposizioni e foggie ai suoi fili e distribuisce diversamente le calamite e le pile. Finchè l'esito è dubbio, la sua faccia è seria, ma se le cose van bene, un sorriso di contentezza gli brilla in viso, egli si mette a cantarellare e a dondolarsi.

Qualche volta sottentra subito il dubbio che il fatto osservato sia prodotto da causa diversa da quella che egli aveva prima supposto e allora conviene eseguire nuove esperienze per chiarir questo dubbio ».

« Forse in un angolo del Laboratorio c'è la nipotina lasciata alla sua custodia ed egli si trattiene di quando in quando con lei. Gli portano un biglietto di visita d'un dotto straniero che è di passaggio per Londra e fa il suo pellegrinaggio alla « Royal Institution » e al genio che vi risiede. Egli scrive sulla lavagna quanto ha osservato, sale al piano superiore e, rassegnato all' interruzione, chiacchiera affabilmente col suo interlocutore. Poi egli ritorna al lavoro e lo prosegue fino all'ora di pranzo, cioè a due ore e mezzo ».

« Nel suo modo di sperimentare non vi era traccia di quel disordine, di quella confusione, che alcuni prendono come segni caratteristici del genio. S' egli aveva bisogno d' un tappo forato, andava a cercare il tappo nel cassetto apposito, lo foggiava a dovere, poi riponeva a posto il perforatore. Non v' eran mai bottiglie senza tappo nel suo laboratorio, non mai rottami sul suolo, nè cattivi odori nell' aria, nè le macchine, che giravano, davano suoni sgraditi ».

« Lo sperimentare era per lui un sommo diletto. Ciò si rileva anche nelle seguenti parole della sua prefazione alle « Chemical Manipulations ».

« Poichè questo libro ha un fine didattico non feci nulla per renderlo divertente, ma cercai soltanto di farlo utile : pensai che se il libro insegnava bene ciò che era suo fine insegnare, il vivo interesse, che inspira un' esperienza ben fatta e ben riuscita, sarebbe bastato abbondantemente a dargli tutte le attrattive necessarie e a farlo debitamente stimare dalle persone, alle quali è destinato ».

« Egli si piaceva di ripetere spesso anche le più semplici esperienze. Quando passava presso un elettrometro a foglie d'oro, spesso faceva divergere queste col mezzo del suo fazzoletto di seta. Mi ricordo che essendomi incontrato con lui all'ingresso delle scuole di Jermyn Street, dove Lyon Playfair stava per dare la prima lezione o una delle prime lezioni, che fossero state date in quella scuola, il Faraday mi volle condurre in alto, lontano assai dalla cattedra, e, avendogli io chiesto il perchè, « venite », egli disse, « studieremo le qualità acustiche della scuola ».

« La semplicità dei mezzi, di cui si serviva nell'esperienze era singolarissima. Sir Federico Arrow narra che nel 1862 fece parte d'una commissione che accompagnò il Faraday in una gita a Dungeness per osservare la luce elettrica applicata a quel faro. S'imbarcarono a Dover e avanzatisi in mare fino ad essere quasi ad eguale distanza fra il faro di Dover e il faro francese di Grisnez sfoderarono i loro fotometri e cannocchiali per confrontare l'intensità delle due sorgenti luminose ».

« Prima che lasciassero Dover il Faraday col suo solito sorriso aveva mostrato a sir Arrow una piccola scatola di cartone, dicendogli: « Bisogna che io abbia cura di questo, ch'è il mio fotometro ». Aperta la scatola, egli fece vedere una pallina, che non era altro se non la testa lucida e nera d'uno spillo da signora. Sospesa questa pallina ad un filo, egli la faceva girare e osservava le linee luminose date per riflessione dalle due sorgenti luminose da confrontarsi ».

« Nelle sue lezioni per i ragazzi egli si compiaceva di mostrare come certi apparecchi potevano venire facilmente costruiti. Una volta per costruire una macchina elettrica prese come sostegno uno scanno da quattro gambe rovescio e per cilindro una bottiglia di

vetro bianco. Acconciò un tappo nella bocca di questa e all'altra estremità applicò un disco di legno con ceralacca. Nel tappo inserì un'asta per far rotare la bottiglia e al centro del disco ne applicò un'altra su cui la bottiglia girava. Dei grossi fili di rame avvolti alle gambe dello scanno reggevano gli assi del cilindro di vetro. Un cuscinetto di pelle tenuto in mano serviva a sfregare il vetro. Una scatola da the faceva da conduttore e una forchetta da pettine. Con questo rozzo apparecchio egli fece l'esperienze fondamentali di elettricità innanzi ad un grande uditorio ».

« In un'adunanza della « British Association » egli volle una volta spiegare il modo, in cui certi cristalli si disponevano quando eran sospesi fra i poli di una calamita: due o tre patate crude fornirono il materiale con cui egli costruì dei bellissimi modelli di cristalli ».

« Una volta, volendo mostrare che il cotone fulminante si elettrizzava, pose il suo orologio sulla tavola, vi posò sopra in bilico un fuscellino di legno, poi sfregato un po' di cotone sull'abito, l'accostò all'asticciuola di legno che fu attratta ».

Il sig. James Young, che nel 1838 era addetto al laboratorio dell' « University College », fornì al Gladstone qualche ricordo suo proprio. « Il Prof. Graham aveva ricevuto intorno a quel tempo l'apparecchio del Thilorier per la liquefazione e solidificazione dell'anidride carbonica. Avendo saputo la cosa, il Faraday venne al nostro laboratorio, si mostrò molto curioso di vedere quell'apparato e lo chiese a prestito per una conferenza del Venerdì sera alla « Royal Institution », il che gli venne prontamente concesso. Il Faraday mi chiese allora di prestargli l'aiuto della mia esperienza nell'uso della macchina e così passai una lunga sera nel suo laboratorio. Eravamo soltanto noi tre, il Faraday, l'Anderson ed io.

La cosa principale che noi facemmo fu di produrre dell' anidride carbonica solida e sperimentare con questa. Il Faraday lavorava con grande operosità: i suoi moti erano singolarmente rapidi. Se doveva andare a prendere qualche cosa, correva e se faceva qualche domanda, parlava vivacemente. Egli pensava allora che tutti i metalli dovessero diventare magnetici quando fossero sufficientemente raffreddati. Fece quella sera alcune esperienze con una mescolanza di anidride carbonica e di etere, ma non trovò conferma della sua ipotesi».

Si capisce come stimasse poco coloro che in fatto di scienze sperimentali seguivano le teorie e le ipotesi curando poco l'esperienze. «Io ho più fiducia», diceva, «in un uomo che lavora con la testa e con le mani sopra un certo argomento che non in sei uomini che parlano di questo». Un' altra volta scrisse. «Lasciate pure alla fantasia, se è guidata da buon giudizio e da giusti principii, libero corso, ma fate che non si allontani dall' esperienza e guidatela con l' esperienza».

A questo proposito è opportuno riferire parte di una lettera che il Faraday scrisse nei suoi ultimi anni al Dott. Becker, il quale, come segretario del principe Alberto, l'aveva molto favorito per fargli ottenere che la casa donatagli dalla regina venisse anche ristaurata a spese di questa.

«Io ho letto con molto interesse il racconto degli studi da voi fatti a Bonn, ad Heidelberg e a Giessen. Io non posso dare consigli intorno al modo migliore, in cui un tedesco può studiare in Germania, ma il parere del Buff è quello che s'accosta di più al mio pensiero. Io credo che non si possa far molto profitto con la sola lettura senza vedere l'esperienze e le prove che la lettura suggerisce. Io non ho mai potuto farmi una

idea chiara di un fatto senza vederlo; le descrizioni dei libri migliori non hanno mai potuto farmi conoscere le cose in modo da darne io stesso un giudizio. Mi è sempre avvenuto così con ogni novità. Se il Grove, il Wheatstone o il Gassiot o qualcun altro mi narrava un fatto nuovo e chiedeva la mia opinione intorno alla causa o intorno alle conseguenze che se ne potevano trarre, io non sapevo rispondere senza aver veduto. Per la stessa ragione non potei mai servirmi nei miei lavori, come molti fanno, di studenti o allievi. Io devo far tutto da me. So bene che la mia mente è fatta in un modo speciale, che trovo difficoltà nel dare un giudizio e che ciò si aggrava per la debolezza della memoria. Da quanto vi ho detto potete comprendere come la mia opinione debba esser affine a quella del Buff e come lo studiare nei libri soltanto sia cosa affatto contraria ai miei principii. Ciò che noi chiamiamo il caso, ebbe molta parte nel farmi pensare così, perchè io dovetti preparare l' esperienze per gli altri prima di poter lavorare per conto mio e, senza dubbio, ciò mi fu di grandissima utilità nell'avviarmi alla fisica e nello studio di essa ».

Intorno al metodo seguito dal Faraday nelle sue indagini fisiche, ecco alcune osservazioni del de la Rive. « Il Faraday non si pose a studiare fenomeni già conosciuti per determinarne numericamente le leggi, come molti fanno. Abbandonando la vie tracciate, egli arrivava, quasi per ispirazione, a quelle grandi scoperte, che aprono nuovi dominii alla scienza. Perchè un tal modo di procedere sia fecondo è necessario che vi sia ciò che è molto raro, vale a dire il genio. Tale era il caso del Faraday. Dotato di grande imaginazione egli osava

andare avanti dove altri si sarebbe arrestato. La sua sagacità congiunta ad una facoltà divinatrice squisita, gli faceva prevedere ciò ch'era possibile e impediva che egli si smarrisse nel fantastico. Benchè non cercasse che fatti e diffidasse delle teorie, pure qualche idea preconcetta lo accompagnava sempre, la quale, giusta o no, lo conduceva su strade nuove, dove spesso trovava ciò che cercava, qualche volta ciò che non cercava, dove in ogni modo faceva sempre qualche scoperta importante ».

« Questo metodo, se metodo può dirsi, che sarebbe sterile e pericoloso per uomini mediocri, produsse grandi cose nelle mani di lui, grazie, come s'è detto al suo genio, ed anche al suo amore per la verità, che lo salvava dalla tentazione, alla quale vanno soggetti tutti gli scopritori, di vedere ciò che desiderano, e di non vedere ciò che loro non piace ».

Noi abbiamo interrotto il racconto che fa il Gladstone della giornata del Faraday. Riprendiamolo.

« Nel pomeriggio egli soleva ritirarsi nel suo studio ch'era molto semplicemente arredato. Lo scrittoio era prossimo alla finestra, innanzi alla quale stava una pianta da guttaperca. Lì scriveva qualche lettera, poi se ne andava per lo più a qualche adunanza di società o istituto scientifico. Ritornato al Laboratorio, se era già venuta la sera, egli saliva al suo appartamento, dove trovava la moglie e la nipote e passava qualche tempo o giocando o leggendo. Soleva leggere ad alta voce spesso lo Shakespeare o il Macaulay, finchè giungeva l'ora della cena, e lì tra il giocondo chiacchierio famigliare era al sicuro dalle frequenti visite e interruzioni, che lo importunavano nel corso del giorno. E

così la giornata finiva, ma nelle belle sere d'estate egli andava con la moglie e con la fanciulla al giardino Zoologico per vedere specialmente gli animali arrivati di fresco e contemplare le scimmie che con i loro scherzi o gesti bizzarri lo facevano ridere ».

Specialmente nei dolorosi periodi, in cui fu forzato al riposo per rifarsi dopo il soverchio lavoro, egli faceva visite frequenti al giardino zoologico. La signora Faraday lasciò in proposito queste memorie :

« Michele fu uno dei primi membri della Società Zoologica e il giardino era un gran sollievo per lui quand'era soverchiamente affaticato e la sua testa ne soffriva. Gli animali attiravano sempre la sua attenzione e noi (o piuttosto io sola) solevamo parlare del tempo, in cui saremmo stati in grado di prendere a pigione una casa vicina a quel giardino, in modo da potervi andare facilmente a piedi, perchè io temeva molto che egli non potesse continuare a vivere alla « Institution », dove non aveva un momento di quiete, ma egli si sgomentava al solo pensiero di lasciare quel luogo ».

« Diversa dall'altre era la sera del Venerdì, perchè in quel giorno si teneva o dal Faraday o da altri una pubblica conferenza alla « Royal Institution ». Anche se non spettava a lui di parlare, egli era lì prima dell'ora stabilita per accertarsi che tutto andava bene e per dire una parola cortese al conferenziere quando arrivava. Poi egli entrava nella scuola e sedeva sul banco di fronte verso la destra dell' oratore, e ascoltava attentissimo il discorso e, se si facevano esperienze, a fatica si tratteneva dal mettere le mani agli apparecchi e, se le cose andavano male, non si tratteneva affatto. Finito il discorso, un ringraziamento all'oratore, un saluto agli altri, e poi su per le scale a cena con la moglie e la nipote e talvolta qualche intimo amico ».

Il Tyndall lasciò questi ricordi di una sera passata in casa del Faraday, quando questi era già vecchio.

« Alle due egli venne a prendermi. La compagnia era formata da lui, da sua nipote e da me. « Io non do mai pranzi », egli disse, « nè accetto mai inviti a pranzo, faccio così per non perder tempo, non per motivi religiosi, come molti credono ». Poi disse il *Gratias*. Veramente dovrei esprimermi diversamente. Nel linguaggio della Scrittura si direbbe che quella era la preghiera di un figlio, nel cuore del quale Dio mandò lo spirito del suo Figlio e che domandava con profonda fede la benedizione del padre. Mangiammo *roast-beef*, un *pudding* all' uso di York e patate, bevemmo dello *sherry*, parlammo degli studi e di ciò che si richiede per essi e del suo sistema di fuggire le distrazioni della società. Egli era allegro e vivace come un ragazzo benchè avesse già 62 anni. L'opera sua eccita ammirazione, il conversare con lui scalda ed innalza l' anima. Egli è certamente un uomo forte. Io amo la forza, ma mi piace vederla unita con la modestia, con la dolcezza, con la bontà, come è nel Faraday ».

« Alla sera del Venerdì, quando spettava al Faraday il far la lezione, tutto era stato preparato fin dal mattino. Egli aveva studiato l'argomento accuratamente e se n'era fatto uno schema sopra un pezzetto di carta, dov'erano indicate e numerate le varie esperienze. La scuola si empiva tutta di uditori, tanto che i meno solleciti dovevano rassegnarsi a stare sulle scalette o dietro la galleria. Entrava il professore e si collocava nel centro della tavola fatta a ferro di cavallo, nella massima calma padrone di sè, de' suoi apparecchi e dell' uditorio e cominciava uno di quei discorsi che tutti coloro che avevano la fortuna di udirlo, non dimenticavano più ».

Egli che aveva tanto studiato quale fosse il modo migliore di ottenere efficacia nell' insegnare, riconosceva in sè stesso il difetto di tendere a parlare troppo in fretta. Perciò nei primi tempi soleva porre sul tavolo della scuola innanzi a sè un pezzo di carta, su cui stava scritto *adagio!* Con tutto ciò qualche volta nella foga del parlare dimenticava l'avvertimento. Il suo inserviente aveva ordine di porgli allora sott' occhio il cartello.

Fra le sue note si trovarono dopo la sua morte i seguenti precetti: « non ripeter mai una frase », « non tornar mai indietro per correggerti », « se una parola non viene, non balbettare per cercarla, ma aspetta. Essa verrà presto, e non contrarrai cattive abitudini ».

Aveva per principio che non si dovesse mai accennare ad un fatto sperimentale anche semplice e comune senza farlo avvenire sotto gli occhi degli allievi. « Se io dico ai miei scolari », diss'egli una volta ad un giovane professore, « questa pietra cadrebbe, se io aprissi la mano, devo aprir la mano e lasciar cadere la pietra. Non ammettete mai che una cosa sia conosciuta: fate che l' occhio veda, mentre l' orecchio sente ». Persino la disposizione degli apparecchi sul tavolo della scuola era oggetto delle sue cure: voleva che fossero disposti conforme all'ordine dell' esperienze.

Lady Pollock nel « S. Paul's Magazine », parlò così del Faraday come professore: « Era un'eloquenza irresistibile, che attirava l' attenzione e traeva forza dalla simpatia. Essa toglieva i giovani dalle loro visioni e i vecchi dalle loro meditazioni. Negli occhi di lui era una luce, che nessun pittore potè ritrarre e nessun poeta descrivere. Pareva che essa penetrasse fino al cuore degli uditori, e quando egli parlava, si capiva che la potenza di quella voce, il calore delle sue parole po-

tevano soltanto venire dall' uomo che possedeva quegli occhi. Il suo pensiero era rapido: egli si creava delle frasi proprie se non ne trovava di già fatte, come l'alpinista che nei punti difficili si fa nel ghiaccio i gradini col piccone. Il suo entusiasmo lo portava talvolta fino all' estasi quando parlava delle bellezze naturali e ne svelava i misteri. Il suo corpo allora s'informava alla commozione dell' animo: pareva che i capelli si rizzassero sul suo capo, le mani s' agitavano nervosamente; la persona leggera flessibile pareva animata da una nuova vita. L'uditorio veniva trasportato, rapito dal suo fervore. Ogni volto ne dava segno. »

Nè minore era il calore ch'egli poneva nelle sue lezioni per i ragazzi. Anzi egli si piaceva molto di far comprendere alle menti ancora sprovviste d'ogni cultura e poco addestrate all'apprendere una serie di fatti naturali partendo da cose comunissime e andando a poco a poco fino a fenomeni ed a leggi relativamente complicati e poco noti. I primi banchi erano pieni di giovani, ma dietro stava un buon numero di ammiratori e di amici. Fra essi era assiduo il vecchio Sir James South ch'era sordo affatto, ma veniva, com'egli diceva, per vedere le faccie attente ed allegre dei ragazzi. Il Faraday con faccia lieta e sorridente cominciava a parlare d'una candela, d'una pentola, di cose ben note ai ragazzi. La sua semplicità, l'affabilità, la chiarezza affascinavano i giovani uditori ed essi lo seguivano come guida sicura per tutto il discorso. Studiava con cura il modo di render perspicue e convincenti l'esperienze, e il suo genio dava ad esse forme così nuove e ingegnose, che molti professori provetti andavano a quelle lezioni, certi d'impararvi qualche cosa.

Egli stesso osservava con singolare piacere i fenomeni che faceva avvenire innanzi ai suoi scolari. Si

sarebbe detto ch'egli, come questi, li vedesse per la prima volta e ch'egli stesse per battere le mani per la maraviglia, come faceva qualcheduno dei più giovani uditori. Qualche volta verso la fine della lezione la faccia del professore si faceva più seria ed egli pronunciava qualche considerazione profonda, che andava al di là degli argomenti scientifici prima discussi e che era un'esortazione, un consiglio valido per tutta la vita.

Molto più alto era l'insegnamento che dava nel corso d'otto o dieci lezioni che teneva ogni anno con l'intento di descrivere lo stato della scienza intorno a qualche argomento importante. Nelle conferenze poi già menzionate delle sere del Venerdì, che per lui erano tre o quattro per anno, soleva trattare le questioni più discusse in quei tempi e non di rado esporvi le sue proprie scoperte e v'impiegava ogni cura e poneva in opera tutti i mezzi sperimentali di cui l'istituto disponeva.

Il Thompson riporta alcuni passi della vita di Gian Riccardo Owen che son tolti dalle memorie di Lady Owen e fan cenno delle lezioni del Faraday.

28 Maggio 1849

« Siamo andati alla « R. Institution ». Siamo entrati poco prima delle tre e, come al solito v'era gran folla per udire la lezione del Faraday. Egli è entrato ed ha cominciato a parlare, ma, pover' uomo, aveva la voce debole e rauca, sicchè tosto s'è levato un grido generale « Cessate, cessate, ad un altro giorno ». Anzi un tale s'è alzato (sarà stato qualche persona autorevole) e ha fatto un breve discorso, volgendosi al Faraday. Questi voleva proseguire, perchè la dilazione sarebbe stata incomoda a molti e specialmente a quelli, le cui carrozze dovevano venire a prenderli alla fine

della conferenza. Ma fra le voci universali « a un altro giorno, a un altro giorno, la vostra salute è troppo preziosa », egli è stato costretto a cedere ».

Il de la Rive così parla di certe lezioni improvvisate dal Faraday: « Nulla può dare un' idea dell' incanto che avevano queste lezioni improvvisate, nelle quali sapeva unire un linguaggio vivo e spesso eloquente all' esattezza dei giudizi ed alle eleganti esperienze. Egli esercitava un vero fascino sopra i suoi uditori e dopo che egli li aveva introdotti nei misteri della scienza, terminava la sua lezione, come soleva, elevandosi a regioni molto più alte e allora la sua commozione si comunicava agli uditori e il loro entusiasmo non aveva confini ».

Anche il Thompson parla di quest' uso del Faraday di chiudere la lezione con qualche esortazione filosofica o morale. « Quando la fine della lezione si avvicinava, quasi sempre egli lasciava libero il freno al suo pensiero. Quelli, che avevano prima con lui esaminato dei fatti e le relazioni reciproche di questi, dovevano volgere con lui la mente a principii scientifici generali e alle loro relazioni con la filosofia e con la morale. Benchè egli non terminasse mai con qualche razzo retorico o con qualche citazione poetica, pure chiudeva poeticamente la lezione, facendo previsioni di scoperte future o accennando a profonde teorie. « Nessuno degli uditori », disse Mrs Crosse « lasciò una lezione del Faraday senza la convinzione che il campo dei suoi pensieri s'era allargato, che la sua imaginazione era animata da qualche cosa che stava oltre la semplice descrizione dei fenomeni fisici ».

E com'egli fosse amato dai suoi uditori dimostra il seguente aneddoto narrato da Lady Pollock: « Dopo

una lunga assenza prodotta da malattia egli tornò una sera ad assistere alle conferenze della « Royal Institution » ed ebbe dal pubblico un' affettuosa prova di affetto. Tostochè si seppe ch' era presente, tutto l' uditorio si alzò nello stesso tempo e con alte e ripetute grida spontanee gli diede il benvenuto. Egli ringraziò col capo un po' chino e in quell' istante apparve una certa somiglianza del suo volto con il ritratto e con il busto del Nelson. I suoi capelli s'erano fatti bianchi, il viso s' era allungato, più tardi erano i movimenti. Non brillava come un tempo ne' suoi occhi la vivacità del suo ingegno, ma essi spiravano sempre l' impronta incancellabile del vigore della sua mente ».

Aggiungo qui ciò che il Tyndall dice dell' aspetto dell' illustre suo amico: « Il Faraday era di media statura; ben formato, svelto e con una faccia straordinariamente vivace. La sua testa dalla fronte alla parte posteriore era così lunga che spesso doveva farsi fare a bella posta i cappelli. In gioventù aveva capelli bruni e ricciuti, da vecchio quasi bianchi. Li teneva divisi sul mezzo. La sua voce era gradita, il suo riso era franco. Il suo umore, quand' era tra giovani o se le cose gli erano andate bene in Laboratorio, era allegro e quasi da ragazzo. Fino alla fine della sua vita operosa non perdette mai l' attitudine a godere della serena gaiezza dei fanciulli o a trovar piacere in gioviali scherzi dopo un assiduo lavoro ».

Nel mattino della Domenica il Faraday andava con la famiglia alla piccola casa in Paul's Alley, dove si radunavano i suoi correligionari. Cominciato il servizio pubblico, si cantavano dei salmi, si recitava il *Pater Noster*. Uno degli anziani si alzava e leggeva un brano dei

Vangeli ad alta e lenta voce o recitava una preghiera improvvisata ch' esprimeva fede assoluta, sommissione alla volontà di Dio e profonda umiltà. Il Faraday compì tale ufficio dal 1840 al 1844 e dopo il 1860. Nell'intervallo vi fu dissenso fra lui e i suoi confratelli della chiesa Sandemaniana, benchè le sue opinioni rimanessero immutate. Come anziano egli doveva anche predicare nelle riunioni domenicali. Colla Bibbia in mano egli parlava giovandosi d'un pezzettino di carta, su cui stavano alcune note sugli argomenti del discorso e molti passi di libri sacri da inserirsi in esso. La sua parola era sempre umile e semplice, vestita di una forma biblica. Dopo un sonoro *Amen* detto in coro, i correligionari passavano al pasto comune e questo era seguito da un altro servizio divino nel pomeriggio.

La famiglia tornava a casa verso sera e la sera passava tranquillamente: il Faraday se ne stava per qualche ora nel suo studio e andava a letto di buon' ora.

Alla sera del Mercoledì c'era pure un'adunanza religiosa, nella quale anche coloro che non avevano un grado nella gerarchia ecclesiastica, potevano parlare, sicchè ognuno traesse dalla discussione e dai consigli dei suoi fratelli conforto e vantaggio. In queste riunioni il Faraday, specialmente quando non aveva il grado di anziano, prendeva parte alle discussioni con tutto il calore del suo carattere.

Nella cappella dei Sandemaniani l' anziano presidente sedeva nel fondo e gli altri anziani sedevano sotto di lui in due file. La parte inferiore della cappella era occupata da altri banchi di vecchia forma e da una parte e dall' altra c' era una galleria anch' essa con banchi. Il Faraday soleva sedere al basso in una sedia posta quasi nel mezzo. Innanzi alle sedie degli anziani stava un gran tavolo.

La cappella stava in fondo d'una stretta e umida corte circondata da poverissime case e chi non fosse stato avvertito, non avrebbe potuto sospettarne l'esistenza in quel luogo. La cappella però, benchè stesse fra tanto sudiciume, era molto pulita.

Nelle adunanze, che ivi si tenevano, il presidente anziano faceva leggere la Bibbia. Egli chiamava per lo più il fratello Michele Faraday, che lasciava il suo posto, saliva le scale della galleria e andava a collocarsi dietro il seggio del presidente che aveva già aperta la Bibbia e gli indicava il passo da leggersi.

« Era un gran piacere per me » dice C. C. Walker, « udirlo legger la Bibbia. Dopo un capitolo del vecchio testamento ne veniva letto per lo più uno del nuovo. Di solito si leggevano tre capitoli, qualche volta quattro, ma fossero stati anche sei, non era possibile sentire stanchezza, perchè il perfetto modo di dire, la chiarezza della pronuncia, la moderata sonorità, la bella voce, che pareva una musica e l'aspetto del lettore che ispirava venerazione, rendevano cosa piacevolissima l'udirlo. Io udii molti di coloro, che hanno fama d'ottimi leggitori, ma non ne trovai mai alcuno, che potesse stare alla pari del Faraday. Anche ora dopo tanto tempo mi par di sentire il suono delle sue parole ».

« I membri della comunità mi hanno raccontato ch'egli era tra i più solleciti nel visitare i correligionari poveri, consolarli nelle loro disgrazie e soccorrerli con danaro ».

Mentre egli era uno degli anziani, incorse nell'ira dei confratelli. Una domenica egli mancò al servizio divino e si seppe che ciò era avvenuto perchè la regina lo aveva invitato a Windsor. Invece di chiedere scusa per la sua assenza, volle giustificarsi. Questa colpa gli fece perdere il grado, che riebbe, come s'è

già detto, nel 1860 e tenne ancora per tre anni e mezzo.

A proposito delle opinioni religiose del Faraday l'abbate Moigno racconta nella prefazione alla sua traduzione dello scritto biografico del Tyndall che il Faraday un giorno desiderò d'essere da lui presentato al cardinale Wiseman, l'autore di Fabiola, che fra i cattolici d'Inghilterra aveva un alto grado per la pietà, per la dottrina, per il valor letterario. Il colloquio fu molto cordiale e Sua Eminenza, ch'era uomo franco e cortese anche lui, non temette di chiedere al Faraday se egli fosse proprio convinto che la chiesa di Gesù Cristo santa, apostolica, universale fosse tutta contenuta nella piccola setta, cui egli apparteneva. « Oh no, » rispose egli, « ma io credo nel profondo dell'anima mia che Cristo è con noi ».

Capitolo IX.

Le tavole giranti — Il telegrafo transatlantico — Conferenza sulla educazione della mente — Ultima serie delle « Experimental Researches » — Applicazione della luce elettrica ai fari — Lettera di rinunzia all' insegnamento — La Regina gli dona una casa in Hampton Court.

Nel 1853 infieriva a Londra una di quelle epidemie mentali in favore dello spiritismo e delle tavole giranti, che ricorrono di tratto in tratto anche ai nostri tempi. Il Faraday esaminò i supposti fenomeni con tre rinomati *medium* in casa di un amico. Quando gli sperimentatori erano seduti intorno al tavolo e avevano le loro mani applicate ad esso, questo girava mirabilmente senza alcuna apparente pressione delle dita. Però quando il Faraday pose tra le mani e la superficie del tavolo un semplice meccanismo che servisse ad indicare se qualcuno premesse per produrre il movimento, il tavolo, giustamente offeso per tal mancanza di fiducia, non volle più muoversi.

Il giornale « The Atheneum » del 2 Luglio 1853 pubblicò nna lunga lettera del Faraday sull'argomento.

Ecco un brano tolto dal principio di quello scritto ed uno tolto dalla fine.

« Lo stato della cultura generale quale mi è stato rivelato da una questione puramente fisica come è questa, mi ha grandemente stupito. Certo vi furono alcuni

che diedero un giusto giudizio e usarono una prudente riserva, ma essi scompaiono in mezzo alla folla, che prestò fede all'errore e fece testimonianza per esso. Per questa folla intendo coloro che respingono ogni considerazione di corrispondenza fra causa ed effetto, che attribuiscono i fatti ad elettricità o a magnetismo senza conoscere le leggi dei relativi fenomeni, o all'attrazione della materia, anche se non v'è alcun fatto che si possa spiegare con pura forza attrattiva, o all'attrazione della terra come se la terra girasse intorno alla gamba d'una tavola, o a qualche sconosciuta forza fisica senza indagare se le forze conosciute sieno sufficenti a spiegare i fenomeni. Vi è ancora chi attribuisce la cosa ad azione diabolica o soprannaturale piuttosto che sospendere il giudizio o confessare la propria ignoranza. Mi pare che si debba giudicare insufficiente un sistema di educazione che produce una tale condizione intellettuale della gran maggioranza del pubblico ».

Dopo aver descritto gli apparecchi applicati ai tavoli per iscoprire le cause del movimento, il Faraday conclude così:

« Io devo por termine a questo lungo scritto, del quale alquanto mi vergogno perchè in questi tempi e in questi paesi avrebbe dovuto essere inutile. Spero invece che inutile non sia. Vi sono molti che non ho speranza di convincere, ma ad obbiezioni simili a quelle che coloro mi fanno, credo mi sia concesso dire che non rispondo ».

Allo stesso argomento egli fece allusione in una delle sue lezioni ai ragazzi che diede a Natale nell'anno 1853.

« Prima di finire voglio rivolgere poche parole a quegli studiosi intelligenti, che formano la parte giovanile del mio uditorio. Studiate con ardore, indagate i

fenomeni naturali, ponete in chiaro la verità, ragionate sopra di essa ed eliminate tutto ciò che non resiste ad un severo esame, frenate la vostra imaginazione, badate ch' essa non trascini con sè anche il vostro giudizio. Sopra tutto vi metto in guardia, voi giovani, contro il pericolo di affidarvi a giudizi non ponderati, i quali in questi tempi, in cui pur si vanta il progresso. portano tanto danno e porgono prove stupefacenti dell' ignoranza che inonda tutto come diluvio e arriva anche ai luoghi più alti ».

« .... I miei giovani uditori serbino in mente le mie parole. Io desidero che esse rimangano come una protesta pronunciata in questo istituto contro l' infuriar dell' errore. Qualunque sia l' incoraggiamento che all'errore si dà in altri luoghi, noi possiamo qui dentro costruire un baluardo per difendere la verità contro le usurpazioni della volgare ignoranza, che si avanza con la maschera di dottrina scientifica ».

Tre settimane dopo scrisse all' amico Schönbein : « Non ho fatto altro che far girare le tavole addosso a coloro che le fan girare. Nè l'avrei fatto se non fossi stato tanto sollecitato a dire il mio pensiero su quell' argomento e a cercar d' arrestar la fiumana. Qual mondo è il nostro! Debole, credulo e incredulo, scettico e superstizioso, audace e pauroso! Prendendo la media fra parecchie teste, con le quali ho avuto da fare in questi ultimi tempi, e posto che quella media sia il campione della razza umana, io dico che preferisco l' obbedienza, l' affetto e l' istinto del cane. Ma tenete questo sfogo per voi. Al di sopra di tutti v' è chi dirige tutte le cose e le sa governare anche in mezzo alla confusione, in cui cadono le tendenze e le facoltà umane ».

L'attività scientifica del Faraday volgeva al suo termine. Una serena malinconia s'impadroniva a poco a poco della sua mente. Essa ci si palesa già nella lettera seguente scritta nell'Ottobre del 1852 al de la Rive.

« Di giorno in giorno e di settimana in settimana io differisco di scrivervi, perchè non ma ne sento in grado. Non è che la mia mente sia indebolita, ma son diventato pigro, conseguenza naturale di quella specie di offuscamento, che la mancanza di memoria porta con sè. Io spesso considero con stupore i diversi modi, in cui si svolge la vita dei varii individui. Alcuni conservano la mente vivace, ma loro mancano le forze fisiche, come avvenne al nostro amico Arago, del quale mio nipote mi narrò d'averlo veduto nel giorno stesso malato a letto e all'Accademia, tanta è la forza della sua volontà. In altri s'infiacchisce la mente, mentre il corpo rimane vigoroso. Ad altri viene mancando qualche facoltà della mente, che prima non avevano tenuto nel debito pregio. Ciascuno nella vita può osservare molti di questi casi ed è molto importante il notare l'influenza delle varie condizioni sul carattere degli individui e sullo stato del loro animo. Può sembrare superfluo che io dica che la rassegnazione è il gran rimedio in tali casi di naturali cangiamenti : eppure è questa una massima, che devo tener presente sempre alla mente, tanto per i miei spontanei e inconsulti desideri, quanto per ciò che vedo in altri. Le doti che ci rimangono, per grande che sia il loro valore, e la grata rimembranza di quelle, che abbiamo avuto, non bastano a farci sopportare la perdita della più piccola di quelle doti che sappiamo di aver posseduto. Ma perchè scrivo questo a voi ? Solo perchè alcune vostre espressioni in tempi diversi fecero sì che io vi stimassi come un uomo giudizioso ed un vero amico. Io spesso richiamo

tali cose quando penso ai miei casi e mi pare di trarne conforto. Non voglio che crediate che io sia infelice: sono qualche volta triste, ma non infelice. Ho una speranza, che abbondantemente mi compensa di quei dolori.... ».

« Io non vi parlo di scienza: dimentico le cose troppo presto perchè mi sia facile di parlarne. Quando io ho un pensiero degno di esservi comunicato, devo prenderne memoria per iscritto: ed è veramente strana la facilità con cui me ne dimentico subito dopo: tanto che devo leggere e rileggere i miei stessi scritti, e naturalmente temo di non rendere la debita giustizia agli altri in quanto riguarda le opere loro. Per ciò io cerco d'evitare gli argomenti studiati dagli altri e per ciò ora non ho nulla d'importante alle mani. Ho lavorato molto, ma invano... ».

Il de la Rive otto giorni dopo gli rispondeva con una lettera, dalla quale tolgo alcuni brani:

« .... Voi avete ciò che meglio contribuisce alla serenità e alla calma dell'animo, una fede piena e assoluta, una coscienza pura e tranquilla, le quali riempiono il vostro cuore con le sublimi speranze, che l'Evangelo ci ispira. Avete inoltre il vantaggio d'aver sempre condotto una vita dolce e ben regolata, scevra d'ambizione e quindi libera dalle lotte e dalle delusioni che ne conseguono. La gloria venne a cercarvi vostro malgrado: voi avete saputo, senza disprezzarla, considerarla nel suo giusto valore. Voi avete saputo cattivarvi la stima profonda e l'affetto di tutti quelli che vi conoscono. Inoltre voi non siete stato colpito fino ad ora da nessuna di quelle sventure domestiche che spezzano la vita d'un uomo. Pertanto senza timore e senza amarezza voi dovete vedere l'avvicinarsi della vecchiaia con la convinzione dolcissima che le meraviglie lette da

voi nel gran libro della natura devono contribuire a farne ammirare ed adorare l'Autore ».

« Eccovi, carissimo amico, l'impressione, che la vostra bella vita mi ha sempre fatto : e quando io la confronto con la nostra vita agitata e così male spesa, con quell' insieme di disinganni e di dolori, che hanno in particolare amareggiato la mia, mi pare che voi siate molto felice, sopra tutto perchè siete degno della vostra felicità ».

Nella seguente lettera scritta il 15 Ottobre 1853 il Faraday allude ad un breve studio da lui fatto col fine di trovare qualche nuova relazione fra il magnetismo e la luce. Aveva chiesto per ciò in prestito un cristallo di quarzo dal British Museum.

« Mia cara miss Moore, l'estate sta per finire e in tutto questo tempo (eccetto un sol giorno) non ho mai avuto la speranza di poter approfittare della gentile offerta, che mi faceste, di venire a sperimentare sopra la vostra casa in Clarges Street. Che scarsezza di luce in tutto l'estate! Feci parecchie esperienze preliminari in casa, ma non ne trassi alcuna speranza di buon successo. Tutto è nebbioso e fosco e di fuori e di dentro. Ma io ho sempre riconosciuto che il fisico ha un gran bisogno di pazienza, affinchè gli ostacoli non lo trattengano, di perseveranza affinchè egli o li superi o si apra una nuova via verso la sua meta. Forse nell'estate futuro potrò pensare di nuovo al tetto della vostra casa ».

Nel 1854 studiò i fenomeni elettrici che avvengono nei fili metallici isolati di grande lunghezza quando sieno immersi nell' acqua. Ciro Field, l' uomo valoroso, che tanto e così mirabilmente operò per riunire con un filo telegrafico i due mondi, prima di accingersi alla

gigantesca impresa, domandò al Faraday s'egli credeva che fosse possibile mandare con un tal filo un segnale attraverso l' Atlantico. Il Faraday rispose che aveva qualche dubbio in proposito e il Field lo incaricò di studiare la cosa aggiungendo che avrebbe rimunerato convenientemente l' opera sua. Il Faraday rifiutò ogni compenso, meditò sul problema e rispose che il messaggio poteva trasmettersi, ma che si esigeva per ciò qualche tempo. « Quanto ce ne vorrà ? » chiese il Field. « Forse un secondo », fu la risposta. « Oh, questa velocità mi basta », concluse l' americano e si pose con ardore all' opera.

Sui singolari fenomeni di carica elettrostatica che hanno tanta importanza nel modo di agire del telegrafo sottomarino il Faraday stampò una nota nel « Philosophical Magazine » del 1854 e tenne una conferenza alla « Royal Institution ».

Un lungo filo metallico isolato rivestito di guttaperca e immerso nell' acqua, avendo una gran superficie che è separata dall' acqua mediante uno strato isolante sottile, è simile all' armatura interna d' una bottiglia di Leida, la cui armatura esterna sia in comunicazione col suolo. Quando si congiunge il filo col polo d'una pila mentre l' altro polo di questa è a terra, esso si carica della elettricità di quel polo. Per questa carica occorre un certo tempo. La quantità di elettricità necessaria per la carica e il tempo, in cui questa si compie, dipendono, oltre che dalle dimensioni del filo e del rivestimento, anche dalla natura di questo, come appunto aveva dimostrato il Faraday ne' suoi studi sulla induzione elettrostatica. Il ritardo d'un dispaccio mandato col filo transatlantico cresce al crescere della capacità specifica induttiva del rivestimento isolante. Conveniva esaminare se da questo punto di vista la gut-

taperca che allora si usava, fosse la sostanza più adatta per rivestire il filo. Fleeming Jenkin dimostrò che così non era, ch'essa aveva una capacità specifica molto grande. Nel cercare il miglior rivestimento del filo si tenne gran conto anche di quella proprietà. Così una scoperta del Faraday che pareva dapprima mancante di ogni pratica importanza, portò grandissimo vantaggio alla meravigliosa impresa della telegrafia transatlantica.

Nel medesimo anno 1854 il Faraday tenne una memorabile conferenza sulla educazione della mente, o, come anche egli disse, sulla deficienza del giudizio e sui mezzi di migliorarlo. Vi assistè il principe Alberto.

Quel discorso contiene ammonimenti preziosi e il Faraday lo considerava tanto connesso con la sua vita di scienziato da volerlo aggiunto come epilogo alla raccolta dei suoi scritti di Chimica e di Fisica pubblicati nel 1859. Ne faccio seguire qualche brano compendiandone altri.

« Un gran difetto, « dice il Faraday », mi par di osservare nel modo di applicare la mente all'osservazione e all' esame dei fatti di qualsiasi specie ». Egli chiama questo difetto deficenza di giudizio. Ne dà le prove e cerca d' indicarne la cura mediante l' educazione della mente. « Nelle cose naturali la maggior parte degli uomini accetta facilmente delle conclusioni, che non hanno ragionevole fondamento. Ma ciò avviene anche in altre scienze e in generale gli uomini non si curano di educare la facoltà che serve al giudizio e lasciano che le loro sentenze sieno frutto dell' ignoranza, delle prevenzioni, delle passioni o anche del caso. Non pensate ch' io faccia un'eccezione per me. So bene che manca anche a me quell'efficace esercizio del giudizio che pure si può raggiungere ».

Per dare un esempio del modo imperfetto, in cui s' interpretano le osservazioni, l'oratore cita le indicazioni dei sensi e le conseguenze erronee, che la mente spesso ne trae, ancorchè quelle indicazioni sieno esatte, se essa non sia stata convenientemente educata. L'errore proviene molte volte dalla soverchia fretta nel concludere e molti giudizi precipitati sono effetto di presunzione.

Noi non ci appoggiamo sempre, come dovremmo, alle leggi naturali. Eppure queste sono il fondamento delle nostre cognizioni fisiche; esse sono il frutto dell'opera degli ingegni migliori che si succedettero nelle diverse età e continuamente vengono confrontate con i fatti. Pensate alla legge della gravitazione universale. Quale verità può tenersi più sicura di questa? Eppure la vediamo spesso trascurata e dimenticata, tanta è la inconscia ignoranza, fra cui viviamo. Ci si racconta che applicando le dita ad un tavolo, indi levando le mani, si vede il tavolo alzarsi anch'esso, senza che le mani esercitino alcuno sforzo. Nè si parla di ciò come d'uno scherzo o d' un giuoco, ma sul serio, quasi fosse una grande scoperta. Troverete degli uomini assennati e dabbene che credono tutto ciò: sentirete che la cosa viene ammessa per vera in ogni classe sociale e da gente che si crede istruita.

Ora che cosa prova questo fatto se non che la società in generale è non solo ignorante in quanto riguarda l'educazione della mente, ma ignora la propria ignoranza? Chi trova un fenomeno strano, difficile da spiegarsi, dovrebbe pensare alla saldezza delle leggi naturali, a cui i fenomeni hanno sempre obbedito e continuamente obbediscono e invece di accogliere supposizioni avventate e contrarie a quelle leggi, tornare a meditare sul suo argomento.

Per isfuggire a tali errori conviene che la mente venga educata. Anzi tutto è necessario esaminare accuratamente sè stessi. S'acquisterà così l' intima convinzione della propria ignoranza in fatto di cose che altri sanno. Questa convinzione ci fa prudenti nel porre innanzi le nostre opinioni e pronti a correggerci quando occorra. Tale convinzione non indebolisce la nostra mente, ma le dà forza.

È bene attenersi fedelmente ai propri principii, ma non dobbiamo per questo chiudere gli occhi alla verità. « Io mi ricordo d'aver creduto che fra due metalli diversi avvicinati fino al contatto potesse scoccare una scintilla : altri si opposero, ed io, esaminando meglio la cosa, vidi che avevano ragione ».

« Anni sono asserii che gli elettroliti trasmettono l'elettricità in un modo speciale. Ciò fu negato da parecchi. Benchè io credessi d'aver ragione, pure per rispetto ai miei critici, ripresi in esame la questione ed ora ho il piacere di riconoscere che la natura conferma le mie conclusioni. Così, benchè le prove sembrino grandemente favorevoli ad una certa sentenza, è saggio e giusto ascoltare anche le ragioni di chi si oppone. Voi non potete imaginare quante volte io mi sia sottomesso all'azione delle calamite, alle pratiche dei magnetizzatori nella speranza che vi fosse qualche cosa di vero da scoprire, qualche nuova forza della natura da rivelare ».

Particolarmente importante è il difendersi da quella tendenza, che tutti abbiamo, a vedere, quando osserviamo, ciò che desideriamo. Bisogna esser ben assuefatti a correggere sè medesimi, per avvedersi degli errori che si commettono in causa di quella tendenza. Consideriamo il caso di chi tiene in mano il capo d'un filo, all' altro capo del quale sta appeso un oggetto e

guarda se questo oscilli in una certa direzione, quantunque egli si sforzi di tener ferma la mano. Quanti hanno ripetuto l'esperienza con la sicurezza d'avere tenuta ferma la mano e di non aver provocato con impulsi involontari il movimento osservato! Eppure era tanto facile difendersi da questa causa d'errore nascondendo ai propri occhi con uno schermo il corpo sospeso e facendo che altri osservasse, ma trovai ben di rado chi volesse acconsentirvi ».

« Quando io studiavo le tavole semoventi, costruii un semplice apparecchio che serviva a mostrare le spinte che venivano date inconsciamente dalle mani alla tavola. I fautori delle tavole dissero allora che in quel modo si toglieva alla mente il libero esercizio delle sue facoltà, ma l'indice del mio apparecchio poteva essere sottratto alla vista di chi sperimentava, quindi le menti potevano restare perfettamente libere ».

Prima di pronunciare un giudizio occorre conoscere tutti gli elementi della questione.

Molto utile è la consuetudine di formarsi sopra ogni argomento idee chiare e precise. Se esaminiamo il modo, in cui noi ci rappresentiamo una questione, restiamo in generale meravigliati della poca precisione delle nostre idee.

Nè meno importante, se la questione che cominciamo a considerare, è fisica, è lo stabilire anzitutto ciò che è possibile e ciò che è impossibile. L'energia e la materia non possono venir create, nè distrutte. Conviene esaminare per prima cosa se con le nostre spiegazioni dei fenomeni quel principio non venga offeso.

« Mi dorrebbe che venisse creduto che l'educazione della mente che io raccomando, debba reprimere la imaginazione e ridurre l'opera della mente a qualche cosa di meccanico o matematico. Io credo che negli

studi fisici l'imaginazione sia utile col presentare un dato argomento sotto tutti gli aspetti possibili e anche sotto gli impossibili: essa suggerisce dei confronti per somiglianza e per contrasto: essa fa vedere l'idea fondamentale in ogni forma, in ogni proporzione e condizione: essa la riveste di supposizioni e di congetture, sicchè tutti i casi vengono passati in rivista e, se occorre, messi alla prova dall'esperienza, ma tutto ciò va fatto con cautela. Serviamoci delle ipotesi per un'ora, per un giorno, per anni; esse sono utilissime nelle ricerche della verità perchè questa nasce più facilmente dall'errore che dalla confusione, ma guardiamoci bene dalla tentazione di scambiare l'ipotesi con la realtà ».

« Quando le varie nozioni, di cui abbiamo bisogno per decidere una questione, sono state raccolte, la mente deve riunirle e porle a confronto senza affrettare le conclusioni. Ciò è molto importante ed è essenziale che le ragioni contrarie alle nostre previsioni e ai nostri desideri sieno debitamente considerate. Spesso la verità è spiacevole. Io credo che non vi sia mai stato alcuno il quale facendo un' indagine originale, non fosse tentato a trascurare le ragioni ed i fatti contrari alle sue idee. So d' aver provato questa tentazione io medesimo e non pretendo d'aver imparato a non cader più in tale errore. Quando una sbarretta di bismuto o di fosforo vien posta fra i poli d' una potente calamita, essa si dispone perpendicolarmente alla retta che congiunge i due poli. Se la sbarretta è vicina ad un unico polo, viene respinta da questo. A dar ragione dell'uno e dell' altro fatto io suggerii l' idea che si producesse nel fosforo e nel bismuto per induzione una polarità opposta a quella che si produce nel ferro e quell'opinione viene ancora sostenuta da scienziati eminenti. Ma io non tenevo conto d'una obbiezione, che incontra quella

spiegazione, se si risale ai principii fondamentali. Un certo tempo è necessario perchè i fenomeni d' induzione magnetica si compiano o cessino. Il Thomson fece osservare che se una sfera di bismuto venisse sospesa fra due poli d' una calamita e ricevesse un impulso, che la facesse girare intorno ad asse verticale senza incontrare resistenza di sorte, essa continuerebbe, anche per la sola azione de' poli, a girare per sempre..... Ma il moto perpetuo in tali condizioni non si può ammettere. Io quindi sospesi il giudizio sulla questione ».

« Da giovane ricevetti una lezione intorno al modo di valutare il grado di fiducia che meritano le nostre conclusioni e l'ebbi da una persona molto abile nell' aiutare chi tendesse a migliorare sè stesso. Fu questi il Dott. Wollaston, che sopra un certo argomento scientifico mi propose di scommettere con due contro uno. Io alquanto impertinentemente citai i noti versi del Butler contro chi scommette invece di ragionare. Egli allora gentilmente mi fece comprendere che quella proposta non era poi la cosa insensata che poteva parere. Difatti egli esprimeva in numeri il grado di fiducia, che a suo parere meritava la proposizione di cui si trattava. Così egli con questa curiosa applicazione della scommessa come uno strumento di misura m' insegnò a valutare con precisione il valore degli argomenti, che conducono a certe conclusioni. »

« Spesso meglio varrebbe riservare il nostro giudizio anzichè pronunciarlo. Così fece l'Arago per la sua famosa esperienza dopo averne esaminato ogni particolare. Altri, come l' Haldat, ne trassero conclusioni false. Solo più tardi fu trovata la vera causa del fenomeno. Quale contrasto fra la prudenza dell' Arago e l' avventatezza di coloro che fan girare le tavole ! »

« E ora poche parole sulle relazioni fra due classi di persone, quelle che non si curano di educare le loro menti in modo da poter giudicare sulle materie di cui parlano e quelle che hanno cercato di addestrarsi a ciò. Questi ultimi vengono in modo strano e sconveniente invitati dai primi a giudicare le loro asserzioni, ma spetterebbe a quelli il provare che hanno ragione. Essi non hanno diritto di scaricare su altri un tal obbligo. Provino essi la verità di ciò che dicono o fanno. Gli studiosi hanno ben altro da fare. La gente non sa quanto essi debbano affaticarsi prima di risolvere una questione, non sa che nei casi più favorevoli appena un decimo delle previsioni e delle speranze primitive rimane intatto. E un uomo che ha tutto questo lavoro, dev'essere tolto ai suoi studi affinchè egli perda il suo tempo intorno a qualche asserzione avventata?... Io non sono obbligato a spiegare perchè una tavola parli mediante colpi come non sono obbligato ad indicare in qual modo un prestigiatore faccia trovare una torta dentro un cappello... »

« Quando un uomo di qualche autorità pronuncia un' opinione contraria a qualche idea popolare o alle asserzioni di un fanatico inventore, si tenta di distruggerne l' effetto ricordando gli errori commessi dagli scienziati. Si parla di questi come se fossero più inetti degli altri a giudicare le cose che pur sono affini agli oggetti dei loro studi. Quante volte l'esempio del Davy, che dichiarava impossibile l' illuminazione per mezzo del gas su larga scala, fu citato da speculatori, che cercavano d' attrarre sottoscrittori o da scrittori di giornali, che descrivevano le fantasticherie più recenti! Perchè non potrebbero errare anche coloro, che pure hanno educato meglio degli altri la loro mente, se tale educazione non finisce che con la vita? Pretendono forse

essi d'essere perfetti o di saper tutto? Il progresso della scienza è una continua correzione d'errori. Lo stato presente è ignoranza rispetto al futuro, mentre è sapienza rispetto al passato. Il Wollaston nel 1823 osservò quella bella sostanza ch'egli credette titanio puro. Il Wöhler nel 1850 mostrò ch'era un corpo composto. Ciò non toglie merito al Wollaston, nè può condurre a concludere che egli non abbia giovato alla scienza ».

« L'educazione di sè medesimo che io raccomando, richiede fatica e sforzo di pensiero in ogni prova diretta a migliorare la facoltà di giudicare. Qualunque sia l'argomento, cui la mente è rivolta, bisogna accingersi a studiarlo con la convinzione, che ciò richiederà una fatica mentale... ».

« Il dovere d'un uomo d'educare sè stesso non è minore di quello ch'esso ha d'educare un figlio. L'indolenza può condurlo a trascurare di esaminar sè medesimo e l'esperienza, donde deve trarre insegnamenti; ma se egli pensa al premio che ne avrà, sarà sufficientemente stimolato allo sforzo che gli si chiede. Chi pensa quanto tempo venga consumato da coloro che si dedicano alla musica per ottenere una discreta abilità nel sonare uno strumento puramente meccanico, dovrebbe arrossire di trascurare uno strumento bello e vivo qual è la sua mente ».

Benchè il Faraday non abbandonasse in questo tempo nè il laboratorio, nè la cattedra, pure era sempre avvilito e sconfortato per l'affievolimento della memoria. Le lettere seguenti ne fanno fede.

« Le vostre lettere così vivaci e gentili », scriveva nel Maggio del 1854 allo Schönbein, « mi eccitano a scrivere, ma esse mi fanno anche palese la mia inca-

pacità, perchè mi sento sprovvisto d'argomenti per le risposte. Nè posso raccogliere qualche ragionamento scientifico per corrispondere a ciò che fate con me, tanto sono lento e spossato. La mia mente non ha più il vigore di un tempo e ciò che essa faticosamente raduna, in breve svanisce. Accettate dunque come possono essere nella loro povera veste l' espressioni del mio antico affetto ».

E nel Settembre scriveva allo stesso: « Poche parole d'amico e non di scienziato. Mi son provato recentemente a pensare un po' su cose di scienza (magnetismo) per una o due settimane, e ciò m' ha fatto venir mal di capo, m' ha reso sonnolento anche di giorno, sicchè invece d' averne piacere, me ne son disgustato. Ciò è in me molto strano, perchè forse nessuno più di me provò tanto diletto negli studi fisici... ».

In quel tempo lo Schönbein aveva pubblicato senza nome d' autore un libretto intitolato « *Uomini e cose. Notizie tolte dal giornale di viaggio d' uno scienziato tedesco* (1). Egli vi parlava del Faraday come pure del Berzelius, del Cuvier, del von Buch; ma il Faraday non comprendeva il tedesco e se ne doleva con l' amico, il quale era costretto a dargli nelle sue lettere scritte in inglese un' idea di ciò ch' egli pubblicava.

Di quanto egli scrisse nel citato libretto sul Faraday il Kahlbaum riferisce alcune linee nel citato volume, che contiene la corrispondenza fra il Faraday e lo Schönbein.

« Il discepolo venne al maestro (Davy), degno l'uno dell' altro. Sotto quella guida il suo pronto ingegno e

---

(1) Menschen und Dinge. Mitteilungen aus dem Reisetagebuch eines deutschen Naturforschers 1855.

la sua operosità si svilupparono. La giovane aquila stese le ali che potevano reggerla ai voli più alti. Il discepolo passò innanzi al maestro e divenne il più profondo e il più fecondo degli scopritori. L' acuto ingegno gli aprì la via alle più riposte officine delle forze naturali ch' egli rivelò a tutti. Il suo occhio profetico penetrò in regioni ignorate ch' egli dischiuse... Quando fu più innanzi negli anni, ristrinse la cerchia dei suoi studi. Comprendere il meccanismo intimo della materia nei fenomeni di elettricità, di magnetismo, di affinità chimica, di gravità, ecco la meta cui tende il genio del Faraday e sarà questo il massimo compenso della sua meravigliosa opera ».

L' ultima memoria che forma parte delle « Experimental Researches » è la XXX[a] ed ha la data dell'Ottobre 1855. Essa tratta della forza magneto-cristallina in mezzi diversi e dell' influenza della temperatura su quella forza. A proposito di questi studi narra il Tyndall, il quale sullo stesso argomento aveva sperimentato a lungo nel laboratorio del Magnus a Berlino, come in quel tempo fosse andato colà il Dott. Bence Jones, segretario della « R. Institution ».

Questi qualche tempo dopo aveva invitato il Tyndall a fare una conferenza a Londra nel grande Istituto per rendervi conto di que' suoi studi. « Accettai » dice il Tyndall, « ma non senza sgomento, perchè la « R. Institution » era per me come l' antro del dragone, dove avrei avuto bisogno di tutte le mie forze per non andare incontro ad una strepitosa sconfitta. Feci la mia conferenza l' undici Febbraio 1853 e tutto andò bene. Quantunque la mia intenzione e il mio fine fossero di combattere le idee del Faraday e del Plücker, esponendo contro di esse gli argomenti che a me parevano conformi alla verità, ciò non mi attirò l' inimicizia del

Faraday, nè parve spiacergli. Alla fine della lezione egli lasciò il suo solito posto, attraversò la scuola, venne a cercarmi nell' angolo, dove io mi ero ritirato, mi strinse cordialmente la mano e mi ricondusse alla cattedra ».

« Un'altra volta in una questione affine, osai fare con più energia un' asserzione contraria alle sue opinioni. Egli si risentì di quella pubblica opposizione ed io mi dolevo di averlo disgustato, ma il suo disgusto durò ben poco. L'animo suo non accoglieva alcun rancore volgare o alcun sentimento egoistico. Egli fu con me quel che era stato prima : anzi se da qualche segno potei argomentare che egli aveva dato importanza al mio dissenso, fu da un ravvivamento della sua amicizia e del suo affetto ».

Una lettera scritta dal Faraday nel 1854 a lord Wrottesley contiene l'opinione di lui intorno alle onorificenze date agli scienziati e merita d' essere riferita.

« Non saprei dare al governo un consiglio preciso intorno al modo di conferire maggior dignità alla scienza ed agli scienziati. Il corso della mia vita e i miei desideri non sono conformi agli usi e alle consuetudini sociali. Per bontà di tutti, dai Sovrani in giù, io ho tutto ciò che mi occorre, e, quanto ad onori, ho ricevuto come scienziato da paesi esteri degli attestati, che provenendo da sodalizi scelti e poco numerosi, sorpassano, a mio parere, tutti quelli che il mio paese può darmi. Non posso dire di non tenere in conto questi onori, anzi li stimo ; ma non mi adoperai per averli. Anche se onoranze consimili venissero istituite fra noi, il tempo, in cui potevano avere qualche attrattiva per me, è passato. Voi comprendete quindi come io non sia l' uomo che possa, seguendo motivi e sentimenti personali, giudicare di ciò che può aver forza sulle menti degli altri.

Vi comunicherò tuttavia qualche osservazione che s' è presentata più volte alla mia mente ».

« Senza por mente all'effetto, che ne può conseguire sopra scienziati eminenti o su quelli, che, stimolati al lavoro, potrebbero diventar tali, io penso che un governo deve per proprio conto e per proprio decoro onorare quegli uomini, che fanno onore al loro paese e lo servono. Parlo soltanto di onorificenze e non di compensi pecuniari. Le decorazioni e i titoli di nobiltà sono spesso dati con tali intenzioni, ma io non li stimo acconci a quel fine. Invece di conferire una distinzione essi confondono un uomo che è unico, con altri venti, forse con cinquanta e cento altri. Essi lo abbassano anzichè esaltarlo, perchè tendono a frammischiare chi si è distinto per la sua mente, con persone comuni e mediocri. Un paese giudizioso dovrebbe considerare i suoi uomini di scienza come appartenenti ad una classe speciale. Se si conferiscono degli onori speciali agli uomini più eminenti in qualche classe, come nell'esercito e nella magistratura, dovrebbe farsi lo stesso per gli scienziati. L'aristocrazia di questa classe dovrebbe avere delle distinzioni diverse da quelle di ricco e di povero, di nobile e di plebeo, distinzioni degne di coloro che il sovrano ed il paese dovrebbero esser lieti di onorare. Tali distinzioni, benchè molto desiderabili anche agli occhi dei nobili per nascita, dovrebbero essere soltanto accessibili agli scienziati. Così a parer mio dovrebbero fare il governo e il paese a loro proprio vantaggio e per il bene della scienza più che a vantaggio degli uomini che possono essere stimati degni di tali distinzioni. Ma, oltre a ciò e come compenso e incoraggiamento a quelli che non hanno ancora ottenuto alcuna grande distinzione, io credo che il governo dovrebbe in molte faccende che hanno attinenza

alla scienza, impiegare degli scienziati, purchè sieno uomini pratici. Ciò ora forse si fa in una certa misura, ma non in quella che si potrebbe con vantaggio di tutti ».

Nel 1856, benchè apparentemente stesse in riposo, il Faraday si occupò dell'applicazione della luce elettrica alla illuminazione dei fari e andò spesso a South Foreland e a Dungeness a questo fine.

Nel 1857 dedicò al lavoro sperimentale i soli mesi di Agosto e Settembre. Si era proposto di studiare con quale velocità si propagassero le azioni magnetiche.

In quei giorni scrisse così al Rev. John Barlow.

« Sono in città e lavoro poco o molto ogni giorno. La mia memoria si consuma nel lavoro, sicchè io non posso ricordare da un giorno all'altro le conclusioni, a cui arrivo e bisogna che pensi e ripensi sopra la stessa cosa ».

« Lo scrivere non mi aiuta, perchè dimentico anche ciò che scrivo. Nondimeno io credo che valga meglio lavorare anzichè stare ozioso, anche se non traggo nessun frutto dal mio lavoro. È meglio anche per la mente.., pur non essendo io sicuro di terminar la ricerca e riconoscendo che nello stato ordinario della mia memoria l' avrei condotta a termine in una o due settimane ».

« Non vi stupite di ciò che vi dico: è la sola cosa che ricordo. Se d' altro mi rammentassi, ve lo direi. Ma ciò che spesso mi trattiene, è che, se comincio a dire una cosa, mi pare di non esprimerla correttamente e allora naturalmente mi arresto. Una conseguenza curiosa della smemoratezza si produce ora in me; dimentico l' ortografia. Se rileggessi questa lettera, mi verrebbero dei dubbi su quattro o cinque parole; ma non posso trattenermi perciò, nè cercare nel dizionario, chè allora è meglio non scrivere affatto. E vi mando la let-

tera così com' è, con tutti i suoi difetti sapendo che voi l' accoglierete con bontà ».

Convien dire però che lo stato della sua memoria non fosse sempre tale come apparirebbe da questa lettera, perchè nell' anno stesso egli potè fare parecchie lezioni, una conferenza in Febbraio sulla conservazione dell' energia e un' altra sulle proprietà dell'oro rispetto alla luce. A Pasqua fece sei lezioni sulla elettricità. Scrisse inoltre sei relazioni sui fari.

Nel 1858 per la benevolenza del principe Alberto la regina gli offrì una casa in Hampton Court. Essa aveva bisogno di ristauri e il Faraday era incerto se accettare, ma a tutto provvide la regina.

Anche in quell' anno egli continuò i suoi tentativi sulla velocità di propagazione delle azioni magnetiche, ma senza buon frutto.

Studiò col Gassiot la stratificazione della luce elettrica, fece due conferenze serali alla « Royal Institution », una sull' induzione elettrostatica, l' altra sul telegrafo del Wheatstone considerato come esempio del progresso scientifico moderno. « Io non sono poeta », diss' egli in quell' occasione, « ma se voi meditate i fatti che vi racconterò, essi formeranno un poema nelle vostre menti ».

Walter White racconta che nel Dicembre del 1858, essendosi egli rallegrato col Faraday per il suo buon aspetto, questi gli disse scotendo il capo: « No, no, sono troppo vecchio ». — « Troppo vecchio? Gli anni apportano saggezza ». — « Sì, ma si può anche andare al di là della saggezza ». — « Lei non vorrà dire con ciò d' aver sopravvissuto alla saggezza ». — Qualche cosa di simile almeno, perchè non ho più memoria. Se

faccio una esperienza, dopo dodici ore non so se l'esito sia stato buono o cattivo. Come posso io poi trarne qualche conclusione? No, no, bisogna che io mi contenti delle mie lezioni ai ragazzi ».

Nel 1859 tornò a meditare e sperimentare sulle relazioni tra la gravitazione e le altre cause dei fenomeni fisici. Mandò una nota su questo argomento alla Società reale nell'Aprile del 1860, ma dietro osservazioni dello Stokes, che fece notare come lo scritto non contenesse che risultati negativi, la ritirò.

Anche in quell'anno egli si occupò molto della illuminazione dei fari. Gli stava molto a cuore l'applicazione ai fari della luce prodotta dalle macchine magnetoelettriche. Già parecchie proposte di tale applicazione erano state esaminate da lui. Nel 1853 e nel 1854 dovette studiare una di tali proposte fatta dal Dott. Watson, e nella sua relazione ne indicò i pregi e i difetti. In quel tempo a Parigi s'era avuta l'idea di decomporre l'acqua con macchine magnetoelettriche per produrre l'idrogeno. La cosa non era economicamente opportuna e fu allora che il prof. Holmes pensò di adoperare quelle macchine per produr luce. Si fecero molte obbiezioni a questa proposta e in fatto quelle macchine erano male adatte a tale ufficio. Ma il prof. Holmes le ricostruì e, fatte delle esperienze nel Belgio, si rivolse all'ufficio di Trinity House per far introdurre il nuovo sistema nei fari. L'esperienze furono fatte nel 1858 e nel 1859. Nella relazione che il Faraday scrisse su queste esperienze egli disse che la luce era tanto intensa, tanto ben concentrata, tanto libera dalle penombre prodotte nelle comuni lampade dai lucignoli, tanto costante che era desiderabile assai che la si applicasse ai fari. Ma la produzione di questa luce esigeva più cure che non la comune e dipendeva da condizioni più complicate: di

qui maggiore probabilità di accidenti e la necessità di aver un secondo apparecchio da sostituire al bisogno. La prova fu fatta nel faro più alto di South Foreland l'otto Dicembre 1858. Il Faraday fece delle osservazioni per due notti successive, ma le cose non andarono bene e fino al 28 Marzo 1859 non fu possibile riprendere l'esperienze.

Allora il Faraday confrontò la luce elettrica del faro più alto con quella dell'altro che aveva le solite lampade. Questa luce apparve più debole e rossa a paragone dell'altra, che fu giudicata bellissima e potentissima.

Il Faraday nella sua relazione dichiarò che, a suo parere, il prof. Holmes aveva dimostrato la convenienza di usare luce magnetoelettrica per i fari. « La luce così prodotta », egli dice « è più potente di qualsiasi altra e la sua intensità può venir regolata come si vuole. La sua regolarità è grande, facile il suo governo, sicchè può essere affidata a persona di comune ingegno e di mediocre istruzione ».

La direzione dei fari desiderò altre esperienze, ma invece che a South Foreland, dove si temeva che la troppa differenza d'intensità dei due fari conducesse in errore i naviganti, fu a Dungeness che gli studi vennero continuati. Dopo molte difficoltà il 6 Giugno 1862 il Faraday ebbe la soddisfazione di veder brillare permanentemente in quel faro la luce prodotta dalle correnti d'induzione, luce ch'egli giustamente considerava come cosa sua.

La buona e lunga amicizia fra il Faraday e lo Schönbein venne in quel tempo rattristata, ma fatta più intima da un dolorosissimo evento. Lo Schönbein aveva parecchie figlie e la maggiore di queste, Emilia, desi-

derò dl andare in Inghilterra per qualche tempo affine d'imparare bene la lingua inglese. « Se voi aveste costì un amico che avesse delle figlie », scriveva lo Schönbein al Faraday nel Settembre del 1856, « e volesse ricevere in casa per qualche tempo una ragazza, che conosce molto bene la letteratura tedesca, francese e inglese, che suona abbastanza bene, che fu educata con cura ed ha un carattere eccellente, io conosco una persona che oserei raccomandarvi. Non devo tacere però che la ragazza, di cui parlo, non vorrebbe già diventare una governante pagata, ma vorrebbe essere considerata come un' amica della famiglia, anzi come parte della famiglia stessa e intenderebbe nel tempo stesso di rendersi utile con ogni suo potere nell'educazione di bambini. Quella ragazza è mia figlia maggiore, che desidera molto di passare sei mesi, o anche un anno, in una famiglia inglese. Questo suo desiderio non garba punto a me, che l' amo troppo teneramente per concederle senza sforzo di andare all' estero, ma, se fosse possibile di trovarle una buona famiglia, non le impedirei di attraversare il Canale. Vi prego di dirmi cosa pensate dell' idea di questa mia ardita, semplice e cara figliuola ».

Al Faraday parve adatto all' uopo un piccolo collegio femminile privato diretto da un' amica di sua moglie, Mrs Hornblower. In quel collegio trovavansi allora come alunne tre nipoti del Faraday. Lo Schönbein accettò. « Il momento s'avvicina, scriveva egli al Faraday nel Settembre 1857, « in cui mia figlia maggiore lascerà la mia casa e come voi potete facilmente imaginare, tutti noi, e mia moglie in particolare, stiamo pensando a quel giorno con profonda tristezza. La ragazza però mostra coraggio in quest' occasione, più di quanto io prevedevo e benchè ella sappia bene qual passo fa, la scellerata non ne appare sgomentata. Se io

non fossi convinto che mia figlia troverà un' altra famiglia presso la vostra amica, certamente non le avrei dato il permesso di partire. Per di più il sapere che voi e vostra moglie sarete vicini a lei mi assicura che ella si troverà bene e che troverà chi le dia un buon consiglio, se mai ne avesse bisogno. Io ve la raccomando perchè, quantunque sia mia figlia, so di poter con sicurezza asserire ch' ella è una buona, eccellente creatura, che piacerà certamente a voi, a Mrs Faraday e a Mrs Hornblower. »

La ragazza giunse a Londra verso la fine di Settembre del 1857 e il Faraday ne diede premurosamente ottime notizie all' amico. Poco dopo egli scriveva ancora al padre per rassicurarlo e per dirgli che la giovinetta aveva saputo in breve tempo acconciarsi ai costumi affatto nuovi del paese e della casa, in cui era entrata e che tutti le volevano bene. « Posso dire, scriveva il Faraday, che ella serve d' esempio a chi le sta intorno, tanta è la sua assennatezza, la sua costanza nei propositi, il suo giusto giudizio delle cose, la sua tolleranza verso le opinioni degli altri, la sua sincerità, la sua cortesia.... » e in un' altra lettera aggiungeva: « La vidi pochi giorni sono e provai molto piacere nel vederla star così bene e contenta. Son certo, che quando tornerà a casa, non direte male di noi, osservando l' effetto che ha prodotto su lei l' Inghilterra. »

Compiuto l' anno, la ragazza volle prolungare ancora il soggiorno a Londra, ma il 13 febbraio 1859 ella morì quasi improvvisamente.

In quei giorni appunto il Faraday doveva fare una seconda conferenza sull' ozono e la povera giovane attendeva con gioia quella sera, in cui ella avrebbe sentito il più illustre fisico del mondo descrivere e lodare l' opera del padre lontano. Ma questa gioia non le venne

concessa. Toccò al Faraday il dolorosissimo ufficio di dar notizia della sua morte all' amico e di portare la desolazione nella serena e buona famiglia dello Schönbein.

Il Faraday serbò sempre viva la memoria di quella giovinetta. In una lettera diretta due anni dopo al padre di lei così scrisse: « Andando da Mrs Hornblower visito spesso un luogo tranquillo che è lì vicino, vado a guardare una pietra che voi conoscete e penso a voi tutti. Tali luoghi attirano ora molto i miei pensieri e anzi son degli anni parecchi che la mia attenzione è rivolta ad essi. Non sono per me soltanto luoghi di morte, ma son pieni della massima speranza, che possa sorridere ad un uomo, anche quand'esso è al sommo delle sue forze morali e fisiche. Ma forse io faccio male nel ricordarvi la vostra disgrazia. Perdonatemi ».

Nel 1859 il Faraday diede alla « R. Institution » un corso di lezioni sulle forze della materia e fece due delle conferenze serali del Venerdì. In una, come s' è detto, trattò dell'ozono, nell' altra parlò delle fosforescenza e della fluorescenza. A Natale diede il solito corso di lezioni per i ragazzi e trattò delle forze naturali. Alla domanda di stampare queste lezioni rispose rifiutando. Disse che senza l' esperienze e la viva voce quelle lezioni avrebbero avuto ben poco pregio e che il danaro, che gli s' offriva, non l'attraeva, perchè aveva sempre più amato la scienza che il danaro (1).

L' anno 1860 fu l' ultimo, in cui diede il corso di lezioni ai ragazzi: trattò della storia chimica d' una

(1) Queste lezioni raccolte in iscuola furono pubblicate dal Crookes nel 1861.

candela. Di questo argomento aveva parlato altre due volte e il libro che riproduce queste lezioni, si diffuse poi grandemente.

Nel 1861 il Faraday non lavorò che per la direzione dei fari e per le conferenze della « R. Institution ». In queste parlò del platino e delle fotografie dell' eclisse solare fatte dal Warren de la Rue. Ma le lezioni gli riuscivano tanto faticose, che nell'Ottobre si decise a scrivere agli amministratori della « R. Institution » la lettera seguente:

« Io vi scrivo profondamente commosso. Entrai alla « R. Institution » nel Marzo 1813 quasi 49 anni fa, e fatta eccezione per un intervallo relativamente breve, durante il quale viaggiai sul continente con sir H. Davy, sono rimasto sempre qui. Durante questo tempo ebbi sempre a compiacermi della vostra bontà e delle benefiche cure che la « R. Institution » ha avuto per me. Sieno grazie anzi tutto a Dio per tutti i suoi doni, poi a voi e ai vostri predecessori per il costante incoraggiamento ed aiuto che ne ho ricevuto. La mia vita è stata felice e quale la desideravo. Nel corso di essa io ho sempre tentato di ricambiare alla « R. Institution » i beneficii ricevuti e per essa alla scienza. Ma l'andare degli anni (che sono ora settanta) ha fatto seguire allo sviluppo ed alla maturità un periodo di lenta decadenza. Questo si svolge in tal modo da farmi considerare fortunata quest' ultima parte della vita, perchè, mentre le forze fisiche s' indeboliscono, mi rimane tuttavia una certa porzione di salute non turbata da dolori; e, mentre la memoria e certe altre facoltà mentali languiscono, non perdo il mio buon umore e la giocondità. Però non son più quello di un tempo. Non posso più compiere il grato dovere di parlare nella scuola della « R. Institution » e io vi prego di accet-

tare la mia rinunzia al corso delle conferenze per i ragazzi. Dolendomi di lasciare un ufficio, nel quale ho avuto così buone accoglienze e tanto piacevole a me, ho messo alla prova le facoltà necessarie e ho visto che devo ritirarmi, perchè i tentativi fatti mi han portato stanchezza, confusione, timore di smarrimento, e la piena convinzione di non poter più proseguire. Per ciò desidero di rassegnar questo incarico.... Io dovrei pur rinunziare a tutti gli altri incarichi affidatimi. È vero che le conferenze per i ragazzi non essendo incluse ne' miei doveri di professore, furono assunte da me come un soprappiù e furono pagate a parte. Restano gli obblighi degli studi sperimentali, della soprintendenza dell' Istituto ed altri ed io temo che la cagione stessa, la quale m' impedisce di far lezione, mi tolga anche l' attitudine per gli altri uffici. Di ciò io lascio giudici voi: dite voi, se desiderate che io resti ancora a far parte delia « R. Institution ».

Naturalmente egli fu pregato di rimanere e nel Marzo del 1862 lavorò anche sperimentalmente, ma fu il suo ultimo studio. Egli s' era procurato uno spettroscopio dello Steinheil. Ponendo dei sali dl sodio o di litio nella fiamma non luminosa della lampada di Bunsen e collocando la fiamma tra i poli di una forte elettrocalamita, egli volle vedere se nello spettro si osservava qualche cangiamento allorchè la calamita diventava attiva. La luce veniva polarizzata da un prisma del Nicol e veniva poi esaminata con un altro di tali prismi. Ma non fu possibile osservare effetto alcuno. « Non ho potuto vedere il più piccolo effetto », scrisse il Faraday nel suo giornale, « nè con la luce polarizzata, nè con la luce ordinaria ».

Su questo argomento trentaquattro anni più tardi tornò lo Zeeman con mezzi molto più adatti e guidato

da principii teorici, potè scoprire il fenomeno che porta il suo nome. Egli mise in chiaro che se una fiamma contenente dei vapori di sodio vien posta fra i poli di una forte elettrocalamita, le linee spettrali date da quella fiamma subiscono delle modificazioni e propriamente una linea dà origine ad altre diversamente collocate nello spettro.

Il 20 Giugno di quello stesso anno 1862 tenne la sua ultima lezione serale del Venerdì parlando dei forni per gas del Siemens. Era stato a vedere questi forni a Swansea e avea voluto darne ragguaglio. Ma non potè giungere alla fine della lezione senza grandissimo sforzo. Convinto che ormai non poteva più continuare in quell' ufficio, mestamente die' fine alle sue parole congedandosi per sempre dagli uditori.

Così s' estinse per sempre in quella sala la voce che per trentotto anni vi aveva risonato ed aveva portato a cognizione del pubblico tanto le più semplici nozioni di fisica e di chimica, quanto le più recenti scoperte.

Nel 1862 la Commissione incaricata delle riforme scolastiche volle consultarlo e il Jones riferisce alcune delle sue più notevoli risposte. Eccone qualche saggio.

« Mi pare stranissima cosa che non si debba dare ai giovani alcuna notizia di quell' ampio corredo di cognizioni, che fu raccolto negli ultimi cinquant' anni. Vedo che l' opposizione è forte, ma son certo che sarà superata ».

Lord Clarendon gli chiese allora « Voi pensate che la scienza stia ora picchiando alla porta e che le sarà aperto? »

« Sì », rispose il Faraday, « così deve avvenire, se non si vuole che noi restiamo dietro a tutte le altre nazioni per i nostri metodi di educazione ».

Intorno all'età più conveniente per cominciare lo studio delle scienze fisiche, disse: « È difficile rispondere senza aver fatto qualche anno d'esperienza. Tutto ciò che posso dire è che nelle mie lezioni per i ragazzi non ne trovai alcuno che non potesse intendermi per essere troppo giovane. Essi venivano dopo la lezione a farmi qualche domanda e da queste appariva com' essi avessero inteso bene... Un quinto del tempo destinato agli studi dei fanciulli dovrebbe essere dato alla scienza. Consideriamo un ragazzo di undici anni, in una delle nostre scuole pubbliche. Io gli insegnerei meccanica, idraulica, pneumatica, acustica e ottica, nozioni semplici, che possono venir facilmente intese quando il maestro e lo scolaro prestino loro attenzione. Con una candela, una lampada, una o due lenti, un maestro intelligente può insegnar l'ottica in breve tempo... Io penso che lo studio delle scienze naturali mercè le leggi imposte a tutte le cose create e la mirabile stabilità della materia e delle forze della materia, sia una scuola tanto efficace e sublime per la mente che non ve ne può essere altra migliore ».

In una delle sue ultime conferenze del Venerdì aveva detto su questo argomento: « Lo sviluppo delle applicazioni della fisica s' è fatto così grande in questi ultimi tempi e così importante per il benessere degli uomini da assegnare alla scienza pura un posto fra le cognizioni necessarie all' uomo e richiamare su questo punto l' attenzione dei Governi, delle Università e di tutti coloro che devono dirigere e curare la pubblica istruzione. Si comincia già a riconoscere questo diritto della scienza a prendere il posto che le spetta fra gli insegnamenti. Quantunque essa corra in canali affatto distinti per il corso e per il fine da quelli degli studi letterarii, pure, come mezzo d' istruzione, essa coopera

ad educare la mente e nel tempo stesso giova ai bisogni, agli agi, ai piaceri d' ogni individuo in tutte le classi... Anche senza tener conto delle applicazioni, la scienza è divenuta tanto estesa e varia quanto la letteratura ed essa ha questo vantaggio che s' arricchisce continuamente ».

In una delle ultime lettere (10 Settembre 1861) dirette allo Schönbein si trova un passo degno di nota. Pare di sentire e vedere la scienza umana, che si affatica a rintracciare e svelare i segreti più intimi della natura, che li intravvede, ma non li può raggiungere e si arresta spossata.

« Io divento sempre più timido », egli dice, « in quanto riguarda le ipotesi sulla costituzione chimica della materia. Non posso trattenermi dal pensare qualche volta che probabilmente c' è qualche cosa, che ci rimane ignoto tuttora, e che, se venisse scoperto, svelerebbe un torrente, un mondo di sicure conoscenze, un mondo di fatti nuovi utili per chiarire i principii fondamentali e per le pratiche applicazioni..... Ma non posso dar forma concreta a quel concetto, nè arrivarvi per via d'esperienze: così abbandono ogni tentativo e penso che sia stato un sogno e nulla più. Addio, mio caro amico: i nostri pensieri più affettuosi alla Sig.[a] Schönbein e alle ragazze. Io passo di tratto in tratto dinanzi al luogo dove la loro sorella riposa ed entro e mi fermo a guardare ».

Un' altra lettera scritta un anno dopo allo stesso Schönbein, e fu l'ultima, mostra in poche parole tutta la tristezza dell' animo.

« Io scrivo e poi devo lacerare ciò che ho scritto, perchè non scrivo che sciocchezze. Non posso pronun-

ciare o scrivere una riga senza interrompermi. Non so se potrò riavermi da questo stato. Non scriverò più. Vi saluto con affetto ».

Pure continuava a prendersi cura dei fari: e nel 1863 scrisse dodici relazioni su essi. Anche nella stagione invernale andava a Dungeness per esaminare la applicazione a quel faro della luce data dalle macchine magneto-elettriche. Egli si compiaceva molto che la sua maggiore scoperta servisse a guidare i marinai nell'oscuro e spaventoso deserto delle acque.

In quelle gite, che alle volte si prolungavano per parecchi giorni, scriveva lettere alla moglie e alla nipote, lettere, che rivelano il grande affetto, ch' egli a loro portava, il bisogno delle loro cure e il desiderio della pace domestica.

Ecco una di queste lettere dirette alla moglie:

5 Claremont Gardens Glasgow
Lunedì 14 Agosto 1863

Mia carissima,

« Sono passati quattordici giorni dacchè partii di casa e il pensiero del ritorno non mi lascia mai. Non è già che i nostri cari amici non abbiano cura di noi. Tu conosci per prova la loro cortesia ».

« Io desidero di vederti, mia cara, di raccontarti tante cose e di passare in rassegna tutte le gentilezze, che mi sono state usate. La mia testa ne è piena e anche il mio cuore, ma la memoria spesso mi tradisce anche rispetto agli amici che mi son presenti. Tu riprenderai il tuo antico ufficio di aiutare la mia memoria e di risparmiarle ogni fatica, ufficio di benefica donna ».

Dell'affetto del Faraday per la moglie Lady Pollock parla così:

« Spesso lo turbava il pensiero che, morendo lui, sua moglie sarebbe rimasta sola senza parenti. Essa fu il primo amore della sua anima ardente e fu anche l' ultimo : fu il sogno luminoso della sua gioventù e fu la più cara consolazione della sua vecchiaia. Non ebbe mai presso a lei un momento che non fosse felice, nè mai egli cessò di curarsi del bene di lei. Non era quindi meraviglia che quel pensiero lo addolorasse. Ma la sua gran fede lo confortava e, se la vedeva con gli occhi lagrimosi, diceva: « Non ho alcun timore. Vi sarà, mia cara, chi prenderà cura di te ».

« Vi sono ancora molti che si ricordano come egli soleva amorosamente condurla al suo posto nella scuola della « R. Institution » quand' ella zoppicava, com' egli la sosteneva con ogni cura e accompagnava pazientemente i suoi passi. Faceva bene all' anima il vedere com'egli le era devoto e il pensare chi egli era e cosa era stato ».

Capitolo X.

Rinunzia all' ufficio di direttore del Laboratorio della « Royal Institution » — Ultimi anni e morte.

Ancorchè il Faraday si astenesse dall' insegnare e dallo sperimentare, le forze gli andavano mancando sempre più. Si vide quindi costretto a chiedere d'essere dispensato da ogni ufficio. Diresse perciò il 1 Marzo 1865 la lettera seguente agli amministratori delle « Royal Institution »:

« Se non fosse che, invecchiando, la mia mente si indebolisce e io divento sempre più timido e incerto e meno confidente nella vostra cortesia, avrei potuto affidarmi alla vostra decisione del 2 Dicembre 1861 e alle assicurazioni verbali del vostro gentile segretario, ma la mia mente d'anno in anno perde vigore e mi sento sempre meno atto a sostenere l' ufficio che mi è affidato. Desidero perciò di rassegnare la carica di soprintendente dell' Istituto e dei Laboratorii. Ciò che fu per lo passato cosa molto piacevole, ora è per me divenuto causa d'affanno, ed io sento che mi va mancando sempre più l' attitudine a dirigere l' Istituto e a decidere su molte cose che lo riguardano, sien grandi, sien piccole ».

« Quando rinunziai al corso per i ragazzi, dissi che altri obblighi mi rimanevano, come gli studi sperimentali, la soprintendenza dell' istituto e altri servigi. Te-

mevo allora di non essere più atto ad essi; ora son convinto di ciò. Se in tali condizioni voi credete che io debba lasciare le stanze che ho fino ad ora occupate, confido che non avrete alcuna difficoltà di dirmelo, perchè il bene dell' Istituto è ciò che sopra tutto mi sta a cuore ».

Gli amministratori gli risposero cortesemente che, pur accettando la rinuncia dalla carica di direttore dei Laboratorii, lo pregavano di continuare a dimorare nell' Istituto e a prendersi cura dell' andamento di esso nella misura che poteva piacere a lui.

Due mesi dopo egli scrisse la sua ultima relazione alla Direzione dei fari e contemporaneamente dichiarò che le sue condizioni non gli permettevano di conservare quell' ufficio, che aveva tenuto per trent' anni. La Direzione, accettando le sue dimissioni da consultore scientifico, voleva conservargli lo stipendio di duecento sterline, ma non potè persuaderlo ad acconciarvisi. Sir Federico Arrow andò in persona a pregarnelo, ma il Faraday, presa una mano di lui e una mano del Tyndall, ch' era presente, rimise l' ufficio a quest' ultimo, che gli era succeduto anche nella cattedra.

Il Faraday divise allora il suo tempo fra la « Royal Institution » e la casetta di Hampton Court. Nell' estate del 1865, mentr' egli un giorno stava guardando dalla finestra, ad un tale che gli chiese cosa facesse, « Sto aspettando », rispose. Visitando qualche tempo prima il Barlow che era stato colpito da paralisi, gli aveva detto: « Tu ed io stiamo aspettando. É ciò che ora dobbiamo fare. Aspettiamo pazientemente ».

Nel Gennaio del 1866 morì il suo vecchio inserviente Anderson e sir James South scrisse al Faraday chiedendogli se voleva far qualche cosa per la tomba di colui, che gli aveva prestato per tanti anni fedeli ser-

vigi. « Mio caro e vecchio amico », rispose « vorrei scrivervi di mia mano, ma non scrivo più a nessuno. Per di più ora ho una scottatura alla mano destra, sicchè mi devo servir della mano della mia cara Jennie. Èlla vi ha scritto già stamattina e vi ha detto come io sono avverso a prender parte ad onori funebri in qualsiasi caso. Io farò cenno ad Anderson della vostra buona volontà », (a questo punto il Faraday prese egli stesso la penna, perchè la nipote aveva fatto obbiezione alle ultime parole, l' Anderson essendo morto), « ma io vi dirò ciò che penso. Io voglio per me un funerale semplice, seguito soltanto dai parenti e sulla tomba una pietra comune nel luogo più modesto possibile ».

« Quando la morte s' avvicina ai vecchi, il mondo sparisce per essi o perde ogni importanza. Così avviene a me... ».

Durante l'inverno le sue forze fisiche scemarono ancora, ma egli si compiacque molto della descrizione che il Wilde di Manchester gli mandò della sua macchina magnetoelettrica. Vide pure in quel tempo una macchina elettrostatica del Holtz e prese gran piacere nell' osservarne gli effetti.

In qualche periodo della successiva primavera ebbe degli accessi di delirio. Gli pareva d' aver fatto una grande scoperta. Raccomandava che se ne prendesse nota perchè poteva essere di grande importanza. Poi fu colpito da paralisi. Miss Reid così scriveva intorno allo stato di lui. « Il 22 Aprile (1867) andammo a Hampton Court per dimorarvi qualche tempo. È il nono anno che abbiamo il piacere di veder fiorire la primavera in questa piacevole dimora per gentile invito del mio caro zio e della zia. Essi dissero, e io credo, che il piacere d'aver questa casa è fatto a loro molto maggiore da ciò, che possono farne parte ad altri ».

« Quest' anno venimmo col triste pensiero del deperimento dello zio, dello stato, in cui egli si trova, a metà paralizzato ».

Ella fornì poi questi ragguagli intorno a quel doloroso periodo.

« Lo zio si sosteneva abbastanza bene, ma era sempre un gran dolore il vedere come la sua mente era scaduta. Il suo dolce amoroso carattere sussisteva però sempre e gli cattivava l'affettuosa compassione di tutti quelli che gli stavano intorno ».

« Il suo decadimento era stato graduale e lungo ed era lontano quel tempo quando ci volgevamo sempre a lui per ogni cosa che eccitasse l'animo nostro. Quando qualche oggetto attirava la nostra attenzione, si pensava tosto : che ne dirà lo zio ? V' era in lui qualche cosa che ispirava una gran confidenza. Se dava un consiglio, egli partiva sempre dalla distinzione fra ciò che è giusto e ciò che è ingiusto, non tollerando mai alcuna deviazione dalla più diritta via del dovere, anche se si tentasse di giustificarla con le consuetudini o con altri esempi ed egli giudicava sè stesso alla stregua stessa degli altri ».

« Io non posso mai guardare un lampo senza ricordare com'egli si compiaceva nell' osservare un bel temporale, com' egli stava alla finestra per ore tenendo dietro a quello spettacolo ; e noi sapevamo che la sua mente era piena di sublimi pensieri, ora volta al Creatore, ora alle leggi da Lui imposte al governo della terra, nè posso non pensare a mio zio se osservo le tinte d'un bel tramonto, specialmente nel punto quando gli ultimi colori si perdono nel grigio della notte. Gli piaceva che gli stessimo intorno in quell' ora mentre egli stava in un luogo aperto ed esprimeva i suoi pensieri usando talvolta le parole stesse dell'elegia del Gray

che egli teneva a memoria anche dopo che molte altre cose aveva dimenticate. Poi quando l' oscurità sopravveniva, noi ci ritiravamo l'un dopo l'altro e lui rimaneva solo a pensare ».

L'altra sua nipote miss Jane Barnard così scrisse da Hampton Court il 27 Giugno 1867. « L'affetto che tutti mostrano al mio caro zio e le spontanee offerte di aiuto ci confortano molto. Egli sta a letto e dorme molto; ci sembra che la paralisi progredisca, ma di tratto in tratto egli parla dolcemente esprimendo la sua fede in Dio. L' altro giorno ripetè alcuni versi del salmo 46 e ieri gran parte del terzo. Noi siamo circondati da gentili ed affezionati amici e ci commove il vedere quali sentimenti egli ha saputo ispirare a tutti ».

La nipote medesima scrisse quanto segue al Dott. Bence Jones il 26 Agosto dell' anno stesso:

« Le nostre cure sono finite; il nostro caro è morto. Passò da questa vita tranquillamente ieri nel pomeriggio. Quasi subito dopo che voi lo vedeste, poco più di quindici giorni sono, cominciò a deperire e d'allora in poi parlò poco e non si prese quasi più cura d'alcuna cosa: ma fino ad un'ora o due prima non ci attendevamo ciò che avvenne. Morì sulla sua sedia, nel suo studio e fu meglio per lui che così avvenisse. Mia zia ed io siamo contente che voi l' abbiate veduto prima della vostra partenza, voi che foste l'ultimo amico, cui egli manifestasse il suo affetto ».

Ed il 3 Settembre ella scriveva allo stesso amico.

« Il funerale si fece Venerdì (30) alle ore 9 $^1/_2$. Conforme ai desideri espressi a voce e per iscritto da lui, esso fu assolutamente privato e semplice. Non potemmo far altro che obbedire ai suoi desideri. Alcuni avrebbero voluto che non si facesse così...... La mia missione è finita ».

La salma, che, se egli non avesse voluto altrimenti, sarebbe stata accolta nel magnifico tempio, dove i grandi uomini dell' Inghilterra hanno riposo, venne deposta nel cimitero di Highgate, conforme alle regole della sua chiesa, in perfetto silenzio. Pochi degli scienziati suoi amici erano in Londra a quel tempo, ma il Prof. Graham ed altri due o tre vennero dalla campagna e si unirono al gruppo dei parenti. Come egli aveva desiderato, una semplice lapide, circondata d' arbusti e d'erbe, copre la sua tomba e porta scritto soltanto

MICHELE FARADAY

NATO IL 22 SETTEMBRE

1791

MORTO IL 25 AGOSTO

1867

Capitolo XI.

Dell' opera scientifica del Faraday.

Dei lavori scientifici del Faraday si è necessariamente fatto cenno nel racconto della sua vita : ma non s' è potuto darne allora un ragguaglio abbastanza minuto. Questo capitolo deve servire di complemento ai precedenti e fornire qualche particolare scientifico e tecnico, che ivi non parve opportuno inserire.

Il primo studio sperimentale, che il Faraday abbia pubblicato, è un'analisi fatta, per incarico di sir Humphry Davy, di calce caustica nativa ch' era stata inviata dalla Toscana al Davy dalla duchessa di Montrose. Il breve scritto fu stampato nel 1816 nel primo volume del « Quarterly Journal of Science », giornale che precedette i « Proceedings of the Royal Institution » ed era diretto dal Prof. Brande. Quarant' anni dopo il Faraday ristampò quella nota nel volume intitolato « Experimental Researches in Chemistry and Physics » e diede ragione del fatto dicendo che la pubblicazione di quello scritto, fatta in un tempo, quando i suoi timori prevalevano sulle sue speranze e queste e quelli erano maggiori delle sue cognizioni, aveva avuto per lui delle conseguenze singolarmente benefiche. Egli ne aveva tratto coraggio a pubblicare altri scritti, e dopo tanti anni passati, vedendo quale accoglienza avevano avuto

i suoi lavori scientifici, egli sperava di non aver meritato taccia di audace nel darli alle stampe, nè la prima, nè la seconda volta.

Nel 1817, benchè dovesse assistere il Davy nelle esperienze e preparar le lezioni per il Brande, pubblicò sei note nel « Quarterly Journal ». Una fra queste tratta dell' *efflusso dei gas per tubi capillari*, sul quale argomento altre esperienze eseguì l' anno successivo, ma un tale studio, com' egli notò, richiedeva molto più tempo, ch' egli non potesse consacrarvi. Il Graham, il Meyer ed altri stabilirono poi le leggi di quei fenomeni.

Nel 1818 scrisse una breve nota sulla combustione del diamante, in cui fece notare che sir H. Davy, con l' esperienza fatta a Firenze, aveva dimostrato che il diamante bruciava come il carbone e continuava a bruciare, anche se veniva tolta la sorgente di calore. Vi è pur descritto un apparecchio imaginato dal Faraday per l'esecuzione di questa esperienza.

Pure del 1818 è uno scritto « *Sui suoni prodotti dalle fiamme nei tubi* », che è forse il primo lavoro, in cui l' abilità sperimentale e la sagacia del Faraday si rivelano. In essa il Faraday ricorda che l'esperienza, con la quale mediante un getto d' idrogeno si produce un suono, fu descritta per la prima volta dal Dott. Higgins nel 1777. Il Brugnatelli a Pavia e il Pictet a Ginevra cercarono poi le condizioni più opportune per la esperienza, e il de la Rive spiegò il fenomeno con le alternate espansioni e condensazioni del vapor d'acqua.

Invitato dal sig. Stodart, il quale desiderava che l'argomento delle fiamme cantanti fosse trattato in una conferenza serale della « Royal Institution », il Faraday si accinse egli pure allo studio del fenomeno e mostrò subito che il vapore acqueo non era necessario alla pro-

duzione del suono, perchè l'ottenne con un getto d'ossido di carbonio. Mostrò pure che una rapida corrente d'aria attraverso al tubo non era necessaria, operando con tubi chiusi da un capo e con campane. Egli concluse che il suono era prodotto da frequentissimi scoppii del gas che bruciava.

Nel 1819 pubblicò diciannove note, in gran parte di chimica; una fra queste dimostrava che un preteso nuovo metallo chiamato Sirio o Vestio, era una lega di metalli già noti.

Dal 1818 al 1820 il Faraday insieme con lo Stodart si adoperò molto alla ricerca di una lega di ferro o d'acciajo con altri metalli, la quale meglio dell'acciaio si prestasse per la costruzione di strumenti taglienti o di specchi metallici oppure fosse meno dell'acciaio soggetta ad ossidazione. Vollero imitare dapprima l'acciaio indiano detto *wootz*. che contiene alluminio e silicio e vi riuscirono. Poi prepararono delle numerose leghe del ferro e dell'acciaio con diversi metalli. Si credeva d'aver osservato che il ferro de' meteoriti, che è misto a nichel, fosse meno ossidabile e perciò si sperava che una lega di ferro e di nichel avesse questa stessa proprietà. A paragone del ferro puro una tal lega, esposta all'aria umida, si ossidò poco, invece il nichel, unito all'acciaio, parve accelerare l'ossidazione.

Una parte d'argento unita a 500 di acciaio diede un'ottima lega, preferibile al migliore acciaio per la costruzione dei coltelli. Le leghe d'acciaio e platino apparvero dotate anch'esse di buone qualità per usi speciali: ottime quelle di acciaio e rodio.

Le leghe d'acciaio con oro, con stagno o con rame furono poco studiate, perchè i primi saggi non furono promettenti. Queste esperienze mostrarono come basti una piccola quantità d'altro metallo aggiunto al ferro

o all' acciaio per alterarne le proprietà fisiche. Una lettera del 1820 diretta al Prof. de la Rive contiene un est eso ragguaglio sopra questi studi, che costarono al Faraday molta fatica e non lo soddisfecero pienamente.

Nel 1821 il Faraday trovò il modo di render palese la rotazione d'un polo magnetico intorno ad un reoforo e d'un reoforo intorno ad un polo, di che si è già detto nel capitolo IV.

Per dimostrare che alla temperatura ordinaria e in uno spazio occupato da aria il mercurio emette vapori, egli pose sul fondo d'una bottiglia uno strato di mercurio ben asciutto. Alla base inferiore del tappo applicò una foglia d'oro. La bottiglia chiusa fu tenuta per due mesi in un luogo freddo ed oscuro. Alla fine di quel tempo si vide che i vapori di mercurio avevano formato un'amalgama con la foglia d'oro. Questa esperienza è descritta nel « Quarterly Journal of Science » del 1820.

Fu già fatta menzione nel capitolo V della liquefazione del cloro eseguita dal Faraday nel 1823. A proposito di questa esperienza il Northmore che già nel 1805 era riuscito a liquefare quel gas, si dolse che il Faraday non avesse tenuto conto dell'opera sua. Mosso da questa rimostranza il Faraday fece uno studio storico accurato di quanto era stato fatto prima di lui per liquefare le sostanze che nelle condizioni ordinarie sono aeriformi.

Il gas ammoniaco era stato liquefatto dal Guyton de Morveau, l'acido solforoso dal Monge e dal Clouet, come pure dal Northmore, l' idrogeno arsenicale dallo Stromeyer. Quanto al cloro, s' è già detto ch'esso era stato liquefatto dal Northmore. Questi non s' era già proposto la liquefazione di quel gas, ma bensì di comprimere delle mescolanze di gas per vedere se le af

finità, che esistono fra essi alla pressione ordinaria, venissero alterate in causa della condensazione.

Il Faraday dubita della liquefazione dell'acido cloridrico, che il Northmore diceva d'aver ottenuto e di quella dell'etilene. Il Perkins aveva asserito che l'aria atmosferica era stata da lui liquefatta sotto la pressione di 1100 atmosfere, ma il liquido che risultava dalla compressione, rimaneva tale anche quando la pressione veniva tolta. Riportando tale notizia, il Faraday mostra naturalmente di non prestarvi alcuna fede.

Nel 1825 egli presentò alla Società Reale una memoria, che trattava di alcuni nuovi composti di carbonio e d'idrogeno, e di altre sostanze ottenute decomponendo l'olio mediante il calore. Egli vi descrisse col nome di « bicarburo d'idrogeno » quella sostanza, ch'ebbe poi il nome di benzina o benzolo ed acquistò tanta importanza. A quella memoria fece seguire poco dopo uno studio sull'azione reciproca della naftalina e dell'acido solforico che fu inserita nelle « Phil. Transactions » del 1826. In quell'anno cominciarono anche gli studi sulla fabbricazione del vetro, di cui s'è parlato al cap. V. Essi durarono fino al 1830.

Pure all'anno 1826 appartiene la memoria « Sulla esistenza di un limite alla vaporizzazione ». Applicando il ragionamento, con cui il Wollaston aveva sostenuto che l'atmosfera terrestre doveva avere un limite stabilito dalla condizione che la gravità faccia equilibrio alla espansibilità, il Faraday ammette che per moltissimi corpi la produzione di vapore sia impedita dalla gravità al di sotto d'una certa temperatura, alla quale la gravità fa equilibrio alla tensione del vapore. Alla gravità si aggiunge la mutua attrazione delle particelle della sostanza che tende ad evaporare. Egli cita l'esempio della canfora, che, chiusa ermeticamente in un tubo, donde l'aria

sia stata estratta, un capo del quale si raffreddi mentre la canfora sta nell'altro, va a deporsi all'estremità fredda formandovi tre o quattro cristalli. Dopo ciò questi crescono in grandezza, ma non in numero. Essi attraggono le particelle di canfora, che sono allo stato di vapore. La loro attrazione prevale su quella del vetro. Questa attrazione al di sotto di una certa temperatura deve in molti casi impedire l'evaporazione.

Nel 1830 il Faraday pubblicò alcune esperienze destinate a verificare se una sostanza sciolta nell'acqua potesse venire in un tempo molto lungo (quattro anni) trascinata, ancorchè non volatile per sè, dal vapor di acqua e trasportata in un altro vaso comunicante. Le esperienze non indicarono alcun fatto di questo genere.

Della sopraffusione osservata nello zolfo tratta una breve nota pubblicata dal Faraday in questi anni. Il Bellani, che fin dal 1813 aveva osservato lo stesso fatto non solo nello solfo, ma anche nel fosforo, si lagnò di non essere stato citato e il Faraday gli rese tosto giustizia in un'altro scritto.

Certe illusioni ottiche, che si producono quando due ruote, che girano, vengono guardate in modo che le loro imagini in parte si sovrappongano, attrassero intorno a quel tempo l'attenzione del Faraday. In certe condizioni si vedono delle curve fisse o che si movono lentamente. Egli studiò il fenomeno e ne pubblicò la spiegazione nel « Quarterly Journal » del 1831.

Dell'anno stesso è anche uno scritto pubblicato nelle « Phil. Transactions » sopra certe figure acustiche. Quando sopra una lamina del Chladni si mette della polvere molto fine, indi si fa vibrare la lamina, si vede che quella polvere si raccoglie in parte nei punti, dove il moto vibratorio ha maggiore ampiezza. Il Faraday mostrò che il fatto è dovuto ai movimenti, che le vibra-

zioni della lamina eccitano nell' aria soprastante. In un' appendice sono studiati i fenomeni che si osservano quando la lamina è coperta da uno strato d'acqua.

I lavori scientifici più importanti del Faraday sono certamente contenuti nelle sue « Experimental Researches in Electricity », che presentò successivamente in trenta serie alla Società Reale di Londra.

La prima serie ha la data 24 Novembre 1831 e l' ultima ha quella del 24 Ottobre 1855. Le prime quattordici serie furono poi pubblicate dall'autore stesso in un volume nel 1839 e le altre nel 1855.

Nella prefazione al primo volume l' autore fece osservare che queste memorie non costituivano un' opera sistematicamente costruita e che esse si componevano di osservazioni e di note scrittte volta per volta. S' egli le avesse rifatte, avrebbe mutato molte parole, ma il contenuto sarebbe rimasto essenzialmente lo stesso. Allora però lo scritto non avrebbe più rappresentato lo svolgimento dell' indagine ed esposto i varii fatti nell' ordine in cui erano stati osservati. E qui il Faraday aggiunge una osservazione, che la sua modestia non gli poteva vietare, perchè era un grande argomento in favore dell' esattezza delle sue scoperte e delle sue teorie.

« Io posso esprimere la mia grande compiacenza che le singole memorie scritte nel corso di sette anni s' accordino così bene fra esse. Non vi sarebbe in ciò nulla di singolare se esse trattassero argomenti già noti, ma siccome ogni memoria pretende di contenere una scoperta o di correggere opinioni dominanti, mi stupisco io medesimo dell' accordo e dell'esattezza che vi riscontro ».

Dopo aver parlato di due critiche particolarmente importanti fatte ai suoi scritti dal Jacobi e dal Maria-

nini, egli chiude dicendo che non sarebbe stato sincero se avesse detto di desiderare che gli si dimostrasse di essere caduto in errore, ma che egli nutriva la viva speranza che il progresso della scienza nelle mani di tanti valorosi indagatori avrebbe portato a conoscenza idee sempre nuove e leggi di più generale applicazione, sicchè egli potesse venir costretto a riconoscere che le cose descritte e discusse nelle sue memorie appartenessero solamente alla storia.

La prima serie contiene la scoperta del Faraday, che possiamo dir la più grande, se dobbiamo giudicare dalle conseguenze, che la scienza e la pratica ne ritrassero. Invero i grandi progressi della dottrina dell' elettricità e del magnetismo compiuti nel secolo XIX ebbero in gran parte origine dallo studio dell' induzione magnetoelettrica: tutte le più recenti applicazioni elettriche, la iluminazione, le vetture, la trasmissione elettrica dell' energia, la telefonia, ecc. tutto ciò viene di' là. Fu detto che la scoperta del Faraday senza la invenzione del Volta sarebbe bastata a darci tutto l' odierno progresso in fatto di applicazioni elettriche. La cosa a rigore è vera, ma senza l'opera del Volta, senza la corrente della pila, avrebbe il Faraday fatto la scoperta dell' induzione magnetoelettrica? Tali questioni sono insolubili e oziose.

Da questa memoria del Faraday appare che egli sia stato guidato principalmente alla sua grande scoperta dalla considerazione che una corrente elettrica, la quale produce sulle calamite effetti speciali, avrebbe dovuto produrne pure alcuno sopra altri corpi, sopra i conduttori in generale e quindi sopra un circuito chiuso posto vicino ad essa.

Come s' è detto nel Capitolo V un primo tentativo consimile era stato da lui fatto nel 1822. Un altro ne

aveva fatto nel 1825 ed è bene riferire quasi interamente la relazione che egli ne stampò nel « Quarterly Journal of Science », per mostrare quanto egli si fosse fin d'allora avvicinato alle condizioni necessarie per far la scoperta.

« Siccome una corrente elettrica » egli dice « esercita una forte azione sopra una calamita.... io sospettai che la calamita agisse a sua volta sulla corrente; e siccome mi attendevo per diversi motivi che l'avvicinamento d'un polo di una potente calamita indebolisse una corrente elettrica, feci la seguente esperienza. Nel circuito d'una pila di 20 a 30 lamine inserii un filo avvolto ad elica in molti giri e un galvanometro sensibile e introdussi poi una calamita nell'elica dàndole diverse posizioni, ma non vidi alcun effetto. Adoperai fili lunghi e brevi di diametri diversi, calamite di varia potenza, ma tutto senza effetto. Pare dunque che per quanto sia grande l'azione d'una corrente elettrica sopra una calamita, quest'ultima non sia atta a produrre sulla corrente l'effetto reciproco, la qual cosa, benchè sia un risultato negativo, mi pare che abbia qualche importanza ».

Il tentativo, ch'ebbe esito fortunato, fu fatto, come si è detto a suo luogo, il 29 agosto 1831.

Notevole è che in un tempo, in cui le scoperte si succedevano rapidamente, il Faraday abbia atteso per pubblicare la sua, di far tutte l'esperienze descritte nella prima memoria, il che richiese circa tre mesi. Della prima esperienza, ch'ebbe esito buono, è stato già detto nel capitolo V: essa non è quella descritta per prima nella memoria, perchè il Faraday credette opportuno di premettere nel suo racconto alla produzione di correnti indotte mediante calamita quella delle correnti stesse mediante altre correnti.

L'esperienza dell'anello, che riuscì per prima, aveva certamente le condizioni più favorevoli al buon successo. Accertata l'esistenza del fenomeno, il Faraday non ebbe che a cercare le condizioni più vantaggiose per ottenerlo anche senza bisogno di ferro dolce per l'azione diretta d'una corrente sopra un circuito chiuso, come nell'esperienza da lui descritta per prima. Questa fu fatta il 1° Ottobre. Un filo di rame lungo 203 piedi fu avvolto sopra un cilindro di legno insieme con un altro filo eguale separato da esso mediante cotone. Nel primo venne lanciata una corrente d'una pila di 100 coppie, mentre nel circuito del secondo stava un galvanometro. Potè allora venir veduta una piccola deviazione dell'ago e una simile deviazione in senso opposto avvenne quando la corrente cessò. Il Faraday paragona le due correnti indotte di chiusura e d'apertura a due scariche d'una bottiglia, a due onde elettriche, che non hanno molto effetto sull' ago d'un galvanometro, ma possono magnetizzare un ago di acciaio. Verificò questa ultima supposizione e confermò così l' esperienze fatte col galvanometro (13) (1).

Provò poi che avvicinando il filo induttore all' indotto o allontanandolo s' avevano effetti simili a quelli osservati prima quando veniva chiuso o aperto il circuito induttore (18).

Fece passare nel circuito induttore delle scariche di bottiglie, ma nella magnetizzazione degli aghi ebbe, come s'attendeva, effetti incerti.

Al fenomeno ora descritto il Faraday diede il nome d'*induzione voltaelettrica*, mentre chiamò *induzione magne-*

---

(1) Questo numero e gli altri che verranno usati più innanzi in modo simile, valgono ad indicare i paragrafi delle « Experimental Researches » che trattano dei rispettivi argomenti.

toelettrica, quella che si produce con l'uso della calamita.

Usando l'anello di ferro dolce, su cui erano avvolti i due circuiti, induttore ed indotto, potè scorgere in quest'ultimo una scintilla, che fu come l'araldo della luce elettrica futura (32).

Ponendo un nucleo di ferro dolce entro le eliche, con le quali aveva fatto l'esperienze da lui descritte per prime, ebbe effetti grandemente maggiori (34).

Simili effetti egli ottenne magnetizzando con una calamita permanente un nucleo di ferro posto entro un' elica di filo di rame congiunta col galvanometro e anche introducendo in questa una calamita permanente. Quest' ultima esperienza fu fatta il 17 Ottobre ed è così descritta nel registro del Laboratorio.

« Una calamita cilindrica di 3/4 di pollice di diametro e lunga 8 pollici e mezzo venne introdotta in un'elica formata con 220 piedi di filo e l'ago del galvanometro si mosse: venne estratta e l'ago si mosse in senso opposto. Questo effetto si ripetè ogni volta che la calamita venne introdotta od estratta. Un' onda elettrica viene dunque prodotta soltanto col movimento della calamita e non già mediante l'azione d'essa mentre è ferma ».

Le correnti d'induzione magnetoelettrica fecero contrarre una rana, ma non diedero alcun indizio di effetto chimico (56).

Il principio di analogia faceva credere al Faraday che anche nell'induzione magnetoelettrica, come nell'induzione elettrostatica, l'azione induttrice producesse nel corpo indotto uno stato speciale, che durasse finchè sussistesse la corrente induttrice. Benchè tutte l'esperienze mostrassero che il filo del circuito indotto non aveva, finchè la corrente induttrice era costante, alcuna particolare proprietà, pure il Faraday rimase per

qualche tempo convinto che la corrente induttrice, o la calamita che poteva farne le veci, producesse nel circuito indotto, anche in condizioni costanti, uno stato speciale, ch'egli chiamò *elettrotonico*. Le particelle del conduttore indotto avrebbero dovuto allora trovarsi in uno stato di tensione, nel quale il Faraday pensava che il corpo indotto opponesse una speciale resistenza al passaggio della corrente. La corrente indotta di apertura passava soltanto quando quella condizione cessava.

Molte esperienze egli fece per cercar qualche indizio dello stato elettrotonico. Ma non gli venne fatto di riscontrare alcun mutamento della conducibilità elettrica o d'altra proprietà nel filo indotto durante l'induzione. Pure non abbandonò quell'ipotesi che più tardi, quando vide che i fenomeni si potevano spiegare altrimenti (231). Alcune dell'esperienze fatte per vedere se un corpo non magnetico posto in vicinanza d'una corrente o d'una calamita, anche in condizioni costanti, assumesse uno stato speciale, son simili a quelle che fece più tardi, nel 1845. Nei primi tentativi non avendo osservato alcun effetto, egli ne trasse una giusta conseguenza, cioè che lo stato elettrotonico non esisteva. Nel 1845 avendo ottenuto esito opposto, perchè aveva operato con mezzi di maggior efficacia, ne trasse un'altra giusta conseguenza, che cioè tutti i corpi possono venir modificati da azioni magnetiche e vanno distinti in due classi magnetici e diamagnetici; ma l'ipotesi dello stato elettrotonico non trovò appoggio in tali esperienze.

Fin da questa prima serie d'indagini, e propriamente da questo esame del supposto stato elettrotonico, si fa palese la somma cura del Faraday nel mettere alla prova per lo studio di una questione un gran numero di sostanze diverse e nelle condizioni più sva-

riate. Egli esaminò se il rame, l'oro, l'argento, lo stagno, il piombo, lo zinco, l'antimonio, il bismuto, ecc. vengano da una forte calamita attratti o respinti.

Nella memoria stessa il Faraday applica la sua scoperta alla spiegazione della memorabile esperienza fatta dall'Arago nel 1824, detta del *magnetismo di rotazione*. Fin dal 30 Agosto 1831 egli scriveva nel suo registro di Laboratorio : « Non potrebbero questi effetti passeggeri essere legati con le cause delle differenze che l'Arago riscontrò tra le forze dei metalli in quiete e quelle dei metalli in moto ? »

Per eseguire l'esperienza dell'Arago si prende un disco di rame che si dispone orizzontalmente e con qualche artificio lo si fa rotare rapidamente intorno ad un asse verticale che passi per il suo centro. Al di sopra del disco trovisi una lastra orizzontale di vetro, che sia fissa e non impedisca al disco di rotare. Se sopra la lastra si pone un ago magnetico girevole intorno ad asse verticale in modo che il suo pernio stia al di sopra del centro del disco, quando il disco gira, gira anche l'ago nel medesimo senso. Molti scienziati cercarono di dare la spiegazione di questo fatto, appena esso fu noto, ma la spiegazione esatta non poteva darsi senza conoscere il fenomeno dell'induzione magnetoelettrica scoperto sette anni dopo dal Faraday. Nell'esperienza dell'Arago le correnti indotte erano tanto nascoste da rendere ben difficile che la grande scoperta venisse fatta per quella via. Il Babbage e sir John Herschel cercarono qual fosse il metallo con cui nell'esperienza dell'Arago l'intensità dell'effetto risultasse maggiore. Il rame e l'argento apparvero i più opportuni: poi oro, zinco, piombo, bismuto. L'ordine era quello della conducibilità elettrica. I metalli erano

tanto più opportuni per l'esperienza quanto più conduttori. L'anno dopo, 1825, gli stessi sperimentatori mostrarono l'inversione dell'esperienza cioè come un disco di rame orizzontale girasse quando al di sotto di esso una calamita veniva fatta girare intorno ad asse verticale perpendicolare al suo asse magnetico: il disco teneva dietro nel suo movimento alla calamita. Altre esperienze fece lo Sturgeon e s'accostò molto al vero dicendo che l'effetto era prodotto da un movimento elettrico nel disco.

Le spiegazioni date dal Babbage e da Sir John Herschel, fondate sull'ipotesi che il disco acquistasse girando delle proprietà magnetiche, le quali cessavano quando il movimento cessava, non vennero accettate dall'Arago, il quale preferiva riconoscere la sua incapacità di dar ragione di quel fenomeno all'ammettere delle spiegazioni poco verosimili.

A proposito di quest'esperienza così scrive il Dumas: « Mi pare ancora di veder l'Arago intento all'esame di una bella bussola di declinazione, che gli aveva costruito il Gambey. Egli aveva invigilato la costruzione e si proponeva d'imprendere con essa una nuova serie di osservazioni magnetiche. S'era avuta la massima cura perchè il rame adoperato nella costruzione dello strumento fosse puro e perchè l'ossatura di questo fosse così massiccia da assicurare la stabilità necessaria ».

« L'Arago aveva ricevuto appena quello strumento, quando lo vidi entrare nel mio laboratorio, ch'era vicino alla sua scuola. Egli aveva appena finito la sua lezione. « La Chimica », egli mi chiese d'un tratto, « non può dunque riconoscere la presenza del ferro in una sbarra di rame? ». « È la cosa più facile del mondo », risposi. « Eppure », diss'egli « l'ago magnetico scopre del ferro, che la chimica non è atta a scoprire ». Il Berthier

aveva analizzato il rame ch'era stato adoperato per costruire la bussola e non vi aveva trovato ferro. Tuttavia l' ago, quando veniva deviato e poi abbandonato a sè stesso, invece di ritornare lentamente, dopo aver compiute duecento o trecento oscillazioni, alla posizione primitiva d'equilibrio, faceva appena tre o quattro oscillazioni, la cui ampiezza decresceva rapidamente, poi si arrestava. Pareva che incontrasse nel suo movimento una gran resistenza. L' Arago mi diede qualche pezzo di quel rame, ma non vi trovai traccia di ferro. Egli allora osservò che qualunque lamina di rame o d'altro metallo non magnetico produceva lo stesso effetto di smorzare le oscillazioni. Gli venne in mente che una massa metallica rotante dovrebbe trascinar l' ago con sè e così gli venne fatta la famosa esperienza che porta il suo nome ».

Tostochè il Faraday ebbe scoperto il modo di produrre correnti elettriche mediante il magnetismo, pensò che la rotazione dell'ago nell'esperienza dell'Arago fosse effetto delle correnti indotte che doveano prodursi in un disco di rame, quando girava a piccola distanza da un magnete. Una grande calamita permanente, che aveva già appartenuto al Dott. Gowin Knight ed era allora posseduta dalla Società Reale fu posta a sua disposizione. Essa trovavasi a Woolwich in casa del sig. Christie e fu lì che il Faraday fece le sue esperienze con essa e confermò la sua ipotesi.

Quella calamita aveva forma di ferro di cavallo. Era formata di 450 lamine di acciaio : i due poli distavano di circa 20 centimetri. Per staccare dai poli un pezzo di ferro applicato come àncora ai poli stessi occorreva uno sforzo di 100 libbre. Ai poli vennero applicate delle appendici di ferro dolce, sicchè tra i nuovi poli fosse uno stretto intervallo.

Il Faraday dispose un disco di rame in un piano perpendicolare alla retta che congiungeva i due poli in modo che una parte del disco stesse fra i poli. Di due fili, che conducevano ad un galvanometro, l' uno era applicato all'asse, l'altro alla periferia del disco, sicchè quando questo girava, i capi dei fili restassero sempre applicati alla superficie che scorreva sotto di essi. Il galvanometro indicò una corrente, che si manteneva costante e per segno e per intensità, se il disco girava sempre nel medesimo senso con la stessa velocità. Era dunque trovato un nuovo generatore di correnti elettriche, che poteva surrogare la pila. Era anche possibile produrre correnti elettriche nel modo stesso valendosi del campo magnetico terrestre (83).

Il Faraday si difende in questa prima memoria da coloro, che nel giornale *le Lycée* aveano asserito che le cose da lui scoperte erano già state prima osservate dal Fresnel e dall'Ampère. Il primo, nel 1830, aveva annunciato che, se si avvolgeva un filo di rame intorno ad una calamita e i capi s' immergevano nell' acqua, questa veniva decomposta, ma egli stesso s' era poi ricreduto. Similmente all' Ampère era sembrato che un filo di rame, una parte del quale fosse avvolta ad elica intorno ad una calamita, facesse deviare un ago.

Una delle poche polemiche, cui il Faraday si lasciò trascinare dal suo carattere, che non era senza vivacità, fu quella relativa ad uno scritto del Nobili e dell'Antinori sulle correnti d' induzione. La memoria del Faraday era stata letta alla Società Reale il 24 Novembre 1831. Ma la stampa di essa seguì molto più tardi e gli *Annales de Chimie et de Physique* non ne inserirono la traduzione che nel numero di Maggio del 1832. Per riparare in parte a questo ritardo, il Faraday aveva scritto una lettera sull'argomento al suo amico Hachette

a Parigi e questi aveva comunicato la lettera all' Accademia il giorno 26 Dicembre 1831, ma questa lettera era molto concisa.

La scoperta del Faraday aveva attirato l' attenzione di tutti i fisici e il Nobili e l' Antinori si posero tosto a ripetere quell' esperienze. Il loro primo scritto su questo argomento fu pubblicato nel fascicolo del Novembre dell' Antologia, il quale era uscito con gran ritardo. Gli autori però avevano apposta alla loro memoria la vera data ch' era del 31 Gennaio 1832. Essi avevano prodotto le correnti indotte accostando una spirale di filo di rame ad un polo d' una calamita e poi allontanandola. Rivestita di filo di rame isolato l' ancora d' una calamita a ferro di cavallo, nell' applicarla e nello staccarla avevano ottenuto effetti notevoli. Facendo sì che i capi del filo dell' àncora per mezzo di due molle s' appoggiassero alle branche della calamita e che quindi la calamita compisse il circuito, ottennero all' atto del distacco delle scintille. Disposto un filo di rame avvolto ad elica, nel cui circuito stava un galvanometro, nella direzione dell' ago d' inclinazione, capovolgendolo ebbero una corrente indotta e così pure n' ebbero una lasciando ferma l' elica e introducendovi un nucleo cilindrico di ferro dolce. Mostrarono che le nuove correnti facevano contrarre una rana. I due fisici riconoscevano i meriti del Faraday, ma non bene interpretando un periodo della lettera allo Hachette, avevano creduto che il Faraday facesse risalire a dieci anni prima la scoperta delle correnti d' induzione che si formano in un disco girante fra i poli d' una calamita e avesse assomigliato un tal disco a quello d' una macchina elettrostatica. Tuttavia la memoria dei Nobili e dell' Antinori, che era in gran parte pregevole, non avrebbe probabilmente

eccitato gli sdegni del Faraday se quei due fisici non avessero con la data del Maggio 1832 pubblicato un altro scritto, nel quale asserivano d'aver *verificato, ampliato e forse corretto in qualche parte le conclusioni del fisico inglese* e davano dell' esperienza dell' Arago una spiegazione che mal s'accordava con le leggi delle correnti indotte stabilite dal Faraday (1). Questi in una lettera al Gay-Lussac (2) pose in chiaro vivamente e lungamente le inesattezze, che i due autori, pur credendo di applicare e d'interpretare le leggi da lui stabilite, avevano commesso. Il Nobili e l' Antinori continuarono a pubblicare altre esperienze e diedero soverchia importanza al fatto d' aver ottenuto delle scintille con l' uso d'una calamita permanente. Essi si consideravano come scopritori della scintilla d'induzione e si lagnavano di coloro che non temevano d'asserire aver essi *ottenuto quel bel fenomeno seguendo l'esempio del Sig. Faraday* (3). Fino al 10 Luglio 1832 che è la data della loro memoria intitolata « Sopra varii punti di magnetoelettricismo » essi non conoscevano il testo delle memorie del Faraday, ma però dall'estratto della « Bibliotèque universelle » avrebbero dovuto riconoscerne l'importanza.

È curioso il vedere come per le scoperte del Faraday sia avvenuto, come del resto per altre, che

(1) L. Nobili e V. Antinori. Nuove esperienze elettromagnetiche. Antologia. Febbraio 1832 p. 107.

(2) Faraday. A M^r. Gay-Lussac. Annales di Chimie et de Physique T. LI, p. 424 (1832).

(3) L. Nobili e V. Antinori. Sopra vari punti di magnetoelettricismo. Antologia. Giugno, 1832 p. 138. Vedi anche l'altro scritto degli stessi autori sullo stesso argomento nel fascicolo di Aprile, a p. 58.

questo o quello pretendesse di aver già veduto prima gli stessi fatti. Lo Zantedeschi, che aveva avvolto intorno ai due poli di una calamita un filo nudo di rame e poi nel circuito aveva incluso un galvanometro e avea creduto di vedere una deviazione dell'ago quando il circuito si chiudeva, considerava questi suoi tentativi come *l'eccitamento precipuo* che aveva potuto aver il Faraday alla sua scoperta (1).

A proposito dell' esperienza dell' Arago il Faraday stabilisce in questa prima memoria benchè in un modo, per dire la verità, alquanto oscuro, la legge che dà il senso della corrente indotta in un conduttore che venga mosso in vicinanza d' una calamita (114).

E qui appunto compaiono quelle linee di forza, che tanta parte dovevano avere nei suoi studi ulteriori e che poi dovevano diventare un ottimo artificio d' uso comune nelle indagini magnetiche ed elettromagnetiche. « Per curve magnetiche », dice egli in una nota, « intendo le linee di forza magnetica, quali possono rendersi palesi mediante la limatura di ferro, ossia qnelle curve alla quali un ago magnetico molto piccolo si disporrebbe sempre tangenzialmente ».

Dato uno spazio, in cui si producono azioni magnetiche, il Faraday vi imaginò tracciate quelle linee, attribuì ad esse in un punto qualunque il senso, in cui un polo Nord ivi collocato sarebbe sollecitato a moversi, e le addensò nei punti, dove l' intensità della forza magnetica è maggiore, sicchè anche il valore di questa intensità potesse venire indicato da quelle linee.

---

(1) Biblioteca Italiana. Vol. 53 (1829), p. 398. Antologia, Vol. 46 (1832) p. 232

Queste divennero nelle sue mani un meraviglioso strumento, con cui stabilì le leggi fondamentali delle correnti indotte. Esse gli tennero il luogo dei calcoli matematici, la cui conoscenza gli mancava affatto. « Io mi son tanto assuefatto », diceva, « a far uso delle linee di forza che senza avvedermene mi sono affezionato ad esse, e non posso più essere un giudice imparziale. Ma, benchè io abbia sempre cercato di riscontrare con la esperienza le conclusioni, cui ero giunto valendomi di quelle linee, non mi sono mai avveduto che il loro uso m'abbia condotto in errore ».

Fu narrato che il Faraday si vantasse di non aver mai fatto calcoli matematici, salvo una volta, (si dice che aggiungesse scherzosamente) quando aveva fatto girare la manovella d'una macchina da calcolare del Babbage. Può darsi che il Faraday abbia detto scherzando alcun che di simile, ma è sicuro ch' egli spesso si dolse di non aver avuto istruzione matematica e di non aver potuto intendere certe memorie, come, ad esempio, quelle del Poisson.

Il Maxwell, che tradusse in linguaggio matematico le idee del Faraday, seguì egli stesso nello studio teorico dei fenomeni dei metodi diversi da quelli usati dai matematici francesi e tedeschi. « Una delle ragioni di ciò », egli scrisse, « sta in questo, che quando cominciai a studiare elettricità, non volli leggere alcun libro teorico su questo argomento prima di aver letto le « Experimental Researches » del Faraday. Io sapevo che il Faraday si rappresentava i fenomeni in un modo diverso da quello dei matematici e che egli non approvava i metodi di costoro, nè questi i suoi. Io era anche sicuro che questa diversità non proveniva da ciò, che una delle due parti fosse in errore... Procedendo nello studio degli scritti del Faraday osservai che il suo me-

todo di considerare i fenomeni era un metodo matematico anch'esso, benchè non fosse espresso con i soliti simboli. Vidi pure che questo metodo poteva esser esposto matematicamente e potea quindi venir comparato con quelli dei matematici di professione. Il Faraday, ad esempio, vide con gli occhi della sua mente linee di forza, che attraversavano lo spazio, dove i matematici vedevano dei centri di forza che esercitavano attrazione a distanza. Il Faraday vide un mezzo, dove essi vedevano uno spazio. Il Faraday cercava la sede dei fenomeni in ciò che avveniva nel mezzo stesso: essi si contentavano di attribuirli all' azione a distanza dei fluidi elettrici».

« Quando io ebbi vestite di forma matematica quelle che mi parevano le idee del Faraday, vidi che in generale le conclusioni ottenute con i due metodi si accordavano, sicchè dello stesso fenomeno si poteva dar ragione nei due modi arrivando a stabilire le stesse leggi, ma i metodi del Faraday somigliavano a quelli, nei quali partendo dal tutto si procede all' analisi delle parti, mentre i soliti metodi matematici cominciano dalle parti e per sintesi costruiscono il tutto».

« Io vidi pure che parecchi de' più fecondi metodi matematici potevano venire esposti molto meglio con l'aiuto delle idee del Faraday che non nella loro forma originale».

E in altro punto il Maxwell stesso disse:

« Com'era da aspettarsi, la scoperta del Faraday divenne oggetto delle indagini degli scienziati in tutto il mondo, ma anche taluni dei fisici più provetti non seppero evitare degli errori, quando vollero descrivere i fenomeni in un linguaggio più scientifico di quello usato dal Faraday. Fino ad oggi, quei matematici, i quali avevano giudicato mancante di precisione scien-

tifica il metodo, con cui il Faraday enunciava la sua legge, non hanno trovato una forma che sia essenzialmente diversa ed esprima pienamente e chiaramente il fenomeno senza far delle ipotesi su azioni reciproche di cose che non hanno esistenza fisica come gli elementi delle correnti, le quali vengono dal nulla, percorrono un tratto di filo e poi tornano nel nulla ».

« Dopo quasi mezzo secolo possiamo asserire che, quantunque le applicazioni pratiche della memoria del Faraday sieno cresciute e crescano ogni anno di numero e di valore, non è stata trovata ancora alcuna eccezione all'enunciato della legge del fenomeno quale fu dato da lui. Possiamo dire che non vi fu aggiunto nulla e che la forma primitiva data a quella legge dal Faraday è rimasta finora la sola, che non asserisce nulla di più di ciò che può venir provato con l'esperienza. Quella forma è pur quella che esprime il fenomeno in modo matematicamente esatto e senza uscire dal linguaggio elementare ».

Non è qui fuor di luogo il riferire in parte una lettera, che nel 1857 il Faraday scriveva al Maxwell.

« Io vorrei domandarvi una cosa. Se un matematico, che studia dei fenomeni fisici, è arrivato alle sue conclusioni, non può egli esprimere queste in parole con la stessa chiarezza ed esattezza come con le formole? Se fosse possibile far ciò e tradurre quei geroglifici, sicchè noi potessimo giovarcene nelle nostre esperienze, non sarebbe questo un gran bene per noi? Io credo che ciò sia possibile perchè in ogni occasione voi mi deste una chiara idea delle vostre conclusioni, senza bisogno d' indicarmi i singoli passi del vostro procedimento e tuttavia mostrandomi i risultati con tanta verità e chiarezza da potermene giovare nei miei studi. Se ciò è possibile, non sarebbe bene che i matematici,

i quali studiano tali argomenti, esponessero le loro conclusioni in una forma semplice e utile ai nostri lavori ? ».

Lo Helmholtz, parlando dei mezzi d' indagine usati dal Faraday, così diceva:

« Ora dopo che il Maxwell ci diede la interpretazione matematica delle idee del Faraday intorno ai fenomeni elettrici e magnetici, noi riconosciamo qual grado di esattezza avessero le parole di lui, le quali ai suoi contemporanei parevano vaghe ed oscure. Fa veramente stupore il vedere quanti e quanti teoremi generali, la cui metodica trattazione esige gli artifici più difficili dell'analisi matematica, egli trovò per una specie d' intuizione, con una sicurezza istintiva senza l' uso della più piccola formula. Non voglio però biasimare i suoi contemporanei, perchè confesso che anch'io rimasi qualche volta perplesso e disperai di comprendere qualche paragrafo, dove il Faraday parlava delle sue linee di forza e della corrente considerata come asse di forza ».

Detto delle mirabili scoperte del Faraday, lo Helmholtz aggiunge: « Egli vide con gli occhi della sua mente che i corpi dielettrici e magnetici dovevano essere sollecitati a contrarsi nella direzione delle linee di forza e a dilatarsi nelle direzioni normali a quelle e vide che con tale sistema di tensioni e di pressioni era possibile spiegare tutti i fenomeni elettrici e magnetici senza ricorrere a forze che agissero direttamente a distanza ».

« In questa parte dell'opera sua pochissimi potevano seguirlo. Forse era necessario che venisse proprio un Clerk Maxwell, un uomo d' ingegno altrettanto potente, e indipendente, per ricostruire con i soliti metodi scientifici tutto quell'edificio ».

Esaminando il valore di questa prima fra le maggiori memorie del Faraday siamo condotti a concludere che se anche l'opera di lui si fosse ristretta a ciò, l'autore sarebbe stato parimente considerato uno dei primi fisici del mondo. Di fatti in questa prima memoria troviamo indicati tutti i vari modi di ottenere correnti d'induzione, troviamo la legge che stabilisce la condizione necessaria perchè tali correnti si producano e quella che ne dà il senso, troviamo il concetto delle linee di forza e la sua applicazione, la spiegazione dell' esperienza dell' Arago e infine l' invenzione d' una macchina magnetoelettrica che dà corrente continua. E tutto ciò, o quasi tutto, viene esposto con chiarezza e semplicità mirabili, con una precisione che non lasciò luogo a correzioni, benchè l'argomento fosse nuovo e molto complicati i fenomeni.

La seconda serie, letta alla Società Reale il 12 Gennaio 1832 contiene la descrizione di un gran numero di esperienze relative all' induzione magnetoelettrica prodotta dalla terra. Un' elica di filo di rame con nucleo di ferro dolce posta col suo asse nella direzione dell' ago d' inclinazione, indi capovolta, viene percorsa da una corrente indotta (143). Notando come il fenomeno avvenga anche quando in luogo del ferro dolce, stia dentro l' elica una calamita permanente, il Faraday osserva come le correnti indotte possano vantaggiosamente servire ad indicare le variazioni delle condizioni magnetiche delle calamite (147). È ben noto che questo è un metodo d'indagine di somma importanza. Anche senza nucleo di sostanza magnetica entro la spirale, l' esperienza stessa diede deviazioni nel galvanometro, benchè molto più tenui (148).

Con un disco di rame, che veniva fatto girare intorno ad asse verticale, mentre un filo andava dall' asse

al galvanometro e un altro filo dall'orlo pure al galvanometro, il Faraday costruì una macchina telluroelettrica abbastanza efficace. Egli si proponeva di aumentarne la potenza facendo uso di più dischi (158). Più gli stava a cuore però la ricerca di nuovi fatti e lo studio delle particolarità dell'induzione magnetoelettrica che non lo svolgimento e l'ampliazione degli effetti osservati, convinto, com'era, che tale progresso si sarebbe certamente compiuto (159).

Son descritte nella stessa memoria l'esperienze fatte per studiare i fenomeni d'induzione magnetoelettrica che devono avvenire nella rotazione di sfere metalliche per effetto del magnetismo terrestre (160-169).

La terra con la sua rotazione diurna produce correnti d'induzione nella sua massa? In un'asta metallica posta sulla superficie terrestre nel meridiano magnetico s'ingenera in causa di quel movimento una forza elettromotrice? Chiudendo il circuito s'avrà nell'altra parte di questo una forza elettromotrice che annullerà la prima? Poichè nell'esperienza dell'Arago gli effetti dipendevano dalla natura del metallo, di cui era costituito il disco, il che invero era effetto della diversa resistenza specifica, sospettò il Faraday che in un circuito formato da due conduttori di natura diversa, disposti nel meridiano magnetico e congiunti con i loro capi, il movimento rotatorio della terra generasse una corrente, in quanto la forza elettromotrice di induzione prodotta in uno non fosse eguale e contraria a quella prodotta nell'altro. Come doveva accadere, l'esperienze non diedero alcun indizio di ciò, nemmeno quando uno dei conduttori era l'acqua tranquilla del lago del palazzo Reale di Kensington.

L'acqua d'un fiume può essere considerata come un conduttore che nel suo movimento taglia le linee di forza

del campo magnetico terrestre. Ma un' esperienza fatta sul Tamigi non ebbe esito migliore delle precedenti (189).

Studiando l' influenza della natura dei metalli sulle correnti d' induzione il Faraday riconobbe che le differenze dipendevano soltanto dalla diversa conducibilità (213). Fece egli seguire molte esperienze con calamite rotanti per meglio stabilire le condizioni necessarie alla produzione delle correnti indotte e per avere altre conferme della legge relativa al senso delle correnti stesse.

Stabilita la forma delle linee di forza del campo magnetico creato da una corrente rettilinea, mostrò come, avvicinando un filo conduttore ad un reoforo, si dovesse per la legge generale dell' induzione produrre nel filo una corrente di senso opposto a quello della corrente induttrice e come una corrente di quest' ultimo senso dovesse tener dietro all'allontanamento.

La memoria contiene da ultimo la descrizione di alcune ingegnose esperienze destinate a mostrare come sia diversa l' azione di poli magnetici sopra un disco rotante a seconda che il disco è di sostanza magnetica o no (244).

L'elettricità prodotta dalle macchine elettriche ha essa l'essenza medesima della elettricità voltaica? E, in generale, la elettricità, qualunque sia la sua origine, è sempre la stessa? La questione non pareva al Faraday ben risoluta ed egli dedicò ad essa la terza serie dei suoi studi sperimentali sulla elettricità, che fu letta alla Società Reale nel Gennaio 1833.

A favore dell'opinione, che l'elettricità statica, l'animale e la voltaica fossero identiche, stavano parecchie esperienze; quelle, fra le altre, del Cavendish, del Wollaston e del Colladon. In generale l' identità veniva

ammessa, ma ogni dubbio non era tolto, anzi l' esperienze del Wollaston, ch' erano fra le più recenti, non parevano persuasive. Di qui la necessità d'un accurato e metodico confronto tra gli effetti prodotti dalla elettricità di provenienze diverse.

Le deviazioni elettrometriche e l' efflusso della elettricità da una punta furono ottenute dal Faraday mediante una pila di 140 coppie. Il flusso dell' elettricità che partendo da un polo della pila attraversava l' aria riscaldata da una fiamma fu provato con un galvanometro e con effetti chimici.

Gli effetti termici, magnetici, chimici, fisiologici, luminosi dell'elettricità voltaica sono simili a quelli prodotti dall'elettricità detta statica e le differenze si spiegano bene con la teoria del Cavendish della quantità e della tensione (281).

L' esperienze del Colladon per provare l' azione galvanometrica dell' elettricità detta statica erano state poste in dubbio. Per ciò il Faraday volle ripeterle. Egli fece avvenire la scarica di una bottiglia attraverso il filo di un galvanometro interponendo una funicella umida lunga quattro piedi, e l' ago deviò. Usando una macchina elettrica egli ebbe lo stesso effetto e ciò avvenne anche quando sulla via dell' elettricità si ponevano delle punte con un intervallo d'aria oppure un tubo con aria rarefatta. Importante era il mettere fuori di dubbio l'effetto chimico dell'elettricità prodotta dalla macchina elettrica. Ripetendo con speciali precauzioni un'esperienza del Wollaston il Faraday con venti giri della macchina elettrica ebbe una manifesta deposizione di rame metallico sopra un filo di platino, per il quale l'elettricità positiva usciva da una soluzione di solfato di rame (313). Altre consimili decomposizioni chimiche furono così prodotte.

Il Faraday nota come in tntte l'esperienze, dove la decomposizione chimica si fa avvenire in carta sensibile impregnata con la soluzione della sostanza da decomporsi, occorra evitare con molta cura che scocchino scintille sulla carta. Il Wollaston aveva eseguito la seguente esperienza. Due fili sottilissimi di platino rivestiti fino alla punta con un tubo di vetro stavano immersi nell'acqua. Un d'essi si poneva in comunicazione col conduttore principale della macchina, l'altro con la terra. Quando la macchina agiva, si sviluppava del gas. Ma lo stesso Wollaston notò che l'ossigeno e l'idrogeno si sviluppavano insieme presso a ciascun filo. Queste esperienze, come quella del Paets van Troostwyck e del Deiman del 1789 e l'altra del Pearson fatta nel 1797 non potevano dunque portarsi come argomenti per sostenere l'identità degli effetti delle due elettricità di diversa origine. Anche nell'esperienza del Wollaston avvenivano probabilmente delle piccole scintille e il fenomeno era più complicato di quello prodotto dalla corrente voltaica.

Gli effetti delle correnti d'induzione erano stati mostrati dal Faraday stesso, dal Botto, dal Pixii, dal Nobili e dall'Antinori. Anche sui fenomeni termoelettrici e su quelli dei pesci elettrici erano state fatte sufficienti esperienze.

La conclusione generale di tale studio fu che la elettricità, in qualunque modo, venga prodotta, è sempre la stessa (360).

Nella seconda parte di questa memoria il Faraday cercò di stabilire in quali condizioni una macchina elettrica e un elettromotore voltaico producevano gli stessi effetti galvanometrici e chimici.

Anzitutto indagò se la elettricità prodotta con un numero sempre eguale di giri della macchina e accumulata in una batteria, scaricandosi attraverso un galvanometro, producesse sempre il medesimo effetto benchè variasse la capacità della batteria e quindi variasse la tensione della carica. La deviazione osservata fu sempre la stessa (364).

Altre esperienze confermarono che la forza deviatrice della scarica era nelle condizioni speciali di quell'esperienza, proporzionale alla quantità totale di elettricità che passava (367).

Cercò quindi il Faraday a tentativi di ottenere mediante una coppia voltaica lo stesso effetto che nell'esperienze testè citate produceva sul galvanometro la scarica della batteria caricata con trenta giri della macchina e raggiunse il suo fine con due fili di zinco e di rame d'un certo diametro, posti ad un certa distanza e immersi per un dato tempo molto breve in acqua acidulata con acido solforico d' una certa concentrazione. In quanto all'effetto galvanometrico le due quantità di elettricità tanto diversamenre prodotte apparivano eguali. Restava a vedere se gli effetti chimici fossero gli stessi.

Un filo di platino venne disposto verticalmente in modo che premesse con tutto il suo peso dei dischi di carta impregnati d'una soluzione di ioduro potassico. Eran quattro dischi di tal carta che stavano sovrapposti l'uno all'altro e appoggiati ad una lamina di platino. Il filo veniva congiunto col conduttore principale della macchina oppure col polo positivo della piccola coppia voltaica. La lamina di platino nel primo caso era congiunta col suolo, nel secondo era in comunicazione col polo negativo della coppia (373). La corrente di questa produsse nel stempo tesso, durante il quale la si era lasciata passare per osservare l' effetto galvano-

metrico, un effetto chimico sui dischi di carta eguale a quello che veniva prodotto dalla elettricità sviluppata con trenta giri della macchina. L'effetto di due giri di più o di meno era facilmente riconoscibile dal grado d'intensità delle tinte che assumevano i dischi di carta.

Il Faraday concluse da queste esperienze che due quantità di elettricità prodotte nei due modi indicati e atte a produrre eguali effetti galvanometrici, producevano pure eguali effetti chimici (376).

Concluse pure essere verosimile che se una corrente produce effetto chimico e galvanometrico, l'effetto chimico e la forza deviatrice sieno proporzionali alla quantità di elettricità, che passa in un dato tempo (377).

Nell'Aprile del 1833, vale a dire pochi mesi dopo aver compiuta la precedente memoria, il Faraday ne presentava alla Società Reale un'altra (IV[a] serie) sulla conducibilità elettrica, nella quale mostrava come molte sostanze acquistino fondendosi la facoltà di condurre l'elettricità e come in generale il passaggio dell'elettricità nei liquidi sia accompagnato da decomposizione. Le prime esperienze furono fatte con l'acqua, col cloruro di piombo, col cloruro d'argento e col clorato potassico. Queste esperienze avevano una speciale importanza per ciò, che a quei tempi molti credevano impossibile che un liquido senz'acqua venisse attraversato e decomposto dalla corrente. Il Davy aveva ne' suoi « Elementi di Chimica » (1812) asserito ciò, benchè fin dal 1801 avesse osservato che la soda, la potassa e il salnitro conducono la corrente, ancorchè asciutti, quando vengono fusi (398). « Il fatto », notava il Faraday, « che in generale, quando un corpo passa dallo stato solido al liquido, diventa conduttore della elettricità, non era

mai stato sospettato e sembra intimamente congiunto con alcune proprietà e relazioni delle particelle materiali (412).

« In quasi tutti i casi osservati finora, nei quali vale questa legge, le sostanze erano non solamente composte, ma costituite da elementi che per effetto della corrente si separano e si portano ai poli. Quando la corrente passava, avveniva pure decomposizione, e quella cessava quando questa cessava; quindi sorge la questione importante, se il passaggio della elettricità non sia una conseguenza della decomposizione e l'altra questione pure si aggiunge se la solidificazione non sopprima il passaggio dell'elettricità puramente perchè impedisce il movimento delle particelle (413) ».

« D' altra parte vi sono sostanze, che sembrano composte in modo da prestarsi alla decomposizione, eppure non conducono; così il ioduro di zinco, il cloruro di stagno, il cloruro d'arsenico, ecc... Per trovare la vera relazione fra la conducibilità elettrica e la decomposizione occorre maggior numero di esperienze (415) ».

« Fra la conducibilità elettrica e la termica esiste una relazione molto notevole. Un corpo, divenendo liquido, perde quasi affatto la conducibilità termica, ma acquista invece il potere di condurre bene l'elettricità. Queste due proprietà, se non sono inconciliabili, stanno però in forte contrasto l'una rispetto all'altra in quanto l'una sparisce quando l'altra appare. È da sperare che in avvenire si trovi la ragione fisica della singolare relazione, in cui stanno quelle due proprietà che sembrano intimamente legate con la costituzione molecolare dei corpi (416) ».

La serie quinta è del Giugno 1833. In essa il Faraday continua lo studio della trasmissione della elettricità attraverso i liquidi e in particolare esamina la teoria della decomposizione elettro chimica.

L' ipotesi del Grotthus ammetteva che il filo immerso nel liquido da decomporsi e posto in comunicazione col polo positivo della pila, attraesse l' ossigeno dell'acqua e respingesse l' idrogeno, mentre l'altro filo operava in senso opposto. Secondo tale teoria queste forze attrattive e ripulsive devono agire sugli atomi di ossigeno e di idrogeno in ragione inversa del quadrato delle distanze, ma con tutto ciò secondo il Grotthus la forza ha lo stesso valore per tutti i punti del liquido. In qnesto avviene una serie di decomposizioni e di riconbinazioni, la cui conseguenza é lo sviluppo di ossigeno e d' idrogeno sopra i due fili (481).

Sir H. Davy tanto nella sua celebrata conferenza Bakeriana del 1806 quanto ne' suoi « Elementi di Chimica », non parve allontanarsi dalle idee del Grotthus. Mediante numerose esperienze il Faraday si persuase della verità della seguente proposizione, ch' egli voleva ancora però mettere alla prova per esserne pienamente sicuro : « La decomposizione elettrochimica è costante per ogni sezione d'un conduttore omogeneo, che la corrente decompone, qualunque sia la mutua distanza dei poli o la distanza di questi dalla sezione che si considera, qualunque sia l' inclinazione della sezione alla direzione della corrente, qualunque sia la forma della sezione, purchè la quantità di elettricità che passa nella unità di tempo sia sempre la stessa e che la sezione abbracci tutte le parti del conduttore che vengono attraversate dalla corrente (504) ».

« Io ho ragione di credere », aggiunge il Faraday, « che quella proposizione possa venir enunciata in forma

più generale così: » Ad una costante quantirà di elettricità, qualunque sia il conduttore, che la corrente decompone, sia acqua o soluzione salina o acido o corpo fuso od altro, corrisponde sempre un effetto elettrochimico costante, cioè equivalente ad un certo effetto chimico dovuto alla comune affinità, che si può prendere come termine di confronto ». Il Faraday si proponeva di dimostrare in altra memoria questa asserzione (505).

Quanto alle teorie dei fenomeni elettrochimici, l' esame di esse lo rendeva diffidente e quasi lo tratteneva dal presentarne un'altra sua propria, ma d'altra parte i suoi concetti gli parevano conformi a tutti i fatti sperimentali, il che non si poteva dire delle vecchie teorie (509).

Nel prepararsi alla costruzione d'una nuova teoria elettrochimica aveva egli dovuto esaminare quale idea fosse da accettarsi fra le molte poste innanzi dai Fisici intorno alla corrente. V'è qualche fatto che possa indurre e far preferire la teoria del Franklin a quella delle due elettricità o questa a quella? Il Faraday non ne trovava alcuno (516).

« Attenendoci puramente ai fatti, non v' è alcun motivo per credere che ciò, che costituisce la corrente elettrica sia di natura composta o complicata. Non fu mai possibile scinderlo in parti e il meglio è forse definirlo come l' asse d' una forza che si compone di forze opposte, esattamente eguali, ma di senso contrario (517) ».

Quanto alla decomposizione elettrochimica il Faraday considerava il corpo composto attraversato dalla corrente come costituito da particelle, la cui affinità chimica veniva dalla corrente indebolita in un senso e rafforzata nell' altro. Così le particelle, che sono dap-

prima vincolate fra loro, tendono per effetto della corrente a moversi in senso opposto (518).

Il fenomeno dipende dunque dall'esistenza dell'affinità chimica fra le particelle di diversa natura. Una particella *a* prossima ad un polo resta libera e va a quel polo perchè la particella *b* di natura diversa che era congiunta con essa, si congiunge con un'altra particella della specie *a*, che sulla linea seguita dalla corrente sta dalla parte opposta. Ciò avviene perchè la corrente ha rallentato il legame fra le due prime particelle *a* e *b* cioè in un dato senso, mentre ha rinforzato l'affinità chimica in senso opposto (519).

Due particelle di natura diversa, combinate insieme, non soffrono alcuna alterazione della loro affinità chimica per effetto della corrente, se la retta che ne congiunge i centri, è perpendicolare alla linea della corrente. L' effetto di questa cresce col diminuire dell' angolo formato da quelle due direzioni (521). Questa teoria ammette quasi implicitamente che fra le particelle, le quali costituiscono un composto, si eserciti un' azione reciproca, anche se le particelle non formano una stessa molecola. Ad esempio, nel caso dell'acqua, tra una particella d' idrogeno congiunta con una d' ossigeno e una particella d' ossigeno congiunta con altra d' idrogeno, sussiste una forza di affinità o di attrazione che sotto l' influenza di azioni elettriche può farsi maggiore di quella che vincola l' una all' altra due particelle attualmente unite. Nei gas non esiste coesione. Forse per ciò non può avvenire decomposizione elettrochimica (523). A chiarir meglio l' idea del Faraday riporto alcune delle sue parole.

« La teoria esposta mi sembra spiegare tutti i fatti più notevoli della decomposizione elettrochimica (534). Anzi tutto essa spiega perchè le sostanze, che vengono

separate, compaiono soltanto ai poli, in quanto questi sono le superficie estreme della sostanza sottoposta a decomposizione ed eccetto in essi, ogni particella trova altre particelle di opposta tendenza, con cui combinarsi (535). Poi essa spiega perchè i componenti delle sostanze decomposte non vengano trattenute dai poli, il qual punto era difficile da spiegarsi con quelle teorie che attribuiscono la decomposizione a forze attrattive dei poli stessi. Se, conforme alla solita teoria, una lamina di platino ha forza sufficiente per separare una particella d' idrogeno dalla particella d' ossigeno, con cui è combinata, non si vede perchè essa non debba poi trattenere quella particella. Essa la lascia invece sfuggire. Nè ciò si può attribuire allo stato aeriforme della sostanza che si svolge, perchè anche gli acidi e gli alcali mantengono la libertà di diffondersi nel liquido che sta intorno al polo e non mostrano alcuna particolare tendenza ad unirsi a quelli o a rimanervi aderenti. E, benchè vi siano molti casi, in cui avviene una combinazione con i poli, questi non valgono a spiegare gli altri casi, in cui la combinazione non avviene (536) ».

« Secondo la mia teoria il fatto appare come una necessaria conseguenza del processo, per il quale le sostanze, che risultano dalla decomposizione della sostanza disciolta, vengono *espulse* e non *estratte* da essa mediante forze attrattive. In tal caso si comprende come le sostanze, che vengono portate ai poli, possano, o restar libere o combinarsi con i poli a seconda della natura chimica di questi (537) ».

Per quanto questa teoria appaia ancora vaga in certi punti, essa segnò un grande progresso rispetto alle idee che dominavano allora intorno ai fenomeni elettrochimici. È notevole che il Faraday in questa me-

moria lascia indeterminato il modo, in cui agisce la corrente nell'alterare le azioni chimiche. Più tardi egli ammise esplicitamente che la decomposizione fosse preceduta da polarizzazione delle molecole.

La sesta serie, che ha la data del Novembre 1833, tratta dell' attitudine dei metalli e d' altri corpi a produrre la combinazione di certi gas.

La causa dei fenomeni studiati in questa memoria non è, secondo il Faraday, l'elettricità, e per ciò poteva non parere giusto l' inserire questa memoria nella serie dell' esperienze elettriche. Questo studio però aveva avuto origine da osservazioni fatte nell' eseguire esperienze elettrochimiche. I fenomeni descritti nella memoria si presentano sovente in quelle esperienze e conviene conoscerli nella esecuzione di esse. Tali ragioni indussero l'autore a non escludere questo studio dalla serie delle memorie che intorno all' elettricità andava presentando alla Società Reale.

Nell' esperienze fatte dal Faraday per costruire uno strumento atto a misurare gli effetti chimici, strumento ch' egli chiamò volta-elettrometro e poi voltametro, si avvide egli che il gas tonante sviluppato dalla corrente spariva a poco a poco. I due fili di platino congiunti ai poli della pila penetravano dall'alto nel tubo. Questo era pieno di acido solforico diluito ed era stato capovolto sopra un bicchiere pieno dello stesso liquido. Facendo passar la corrente si aveva un abbondante sviluppo di gas. Se poi si sospendeva la corrente, il gas andava diminuendo e in poche ore spariva (566). Esaminando minutamente il fenomeno, il Faraday s' avvide che un filo di platino, il quale avesse servito per pochi minuti a decomporre l' acqua essendo con-

giunto col polo positivo della pila, aveva la singolare proprietà di produrre la combinazione dell' ossigeno e dell' idrogeno alla temperatura ordinaria ed anche a temperature più basse (568). Questa proprietà si manifesta anche con altre mescolanze gassose, ma in modo particolarmente notevole col gas tonante (571). Il fenomeno era accompagnato da forte riscaldamento tanto da far bollire l'acqua che toccava la lamina (570). La combinazione del cloro con l' idrogeno non si può ottenere in tal modo.

Il Faraday esaminò quanto tempo durasse quell'attitudine e quale influenza vi avessero le condizioni, in cui i fili o le lamine di platino dopo la loro preparazione venivano tenuti.

L'atto della combinazione diminuiva o anche annullava l'attività delle lamine. In quasi tutti i casi la rapidità della combinazione andava crescendo per un certo tempo e giungeva talora ad uno scoppio; se questo non avveniva, la rapidità della combinazione andava poi rallentandosi anche se nel tubo s' introducevano nuove quantità di gas. Devesi notare che la durata del fenomeno era tanto maggiore quanto eran più puri i gas, che venivano a contatto del platino. Probabilmente con un miscuglio di ossigeno e d' idrogeno perfettamente puri il fenomeno avrebbe continuato con intensità costante (581).

Una lamina di platino, che aveva servito alla decomposizione elettrochimica d'acido solforico diluito per quattro minuti e poi venne riscaldata con una fiamma d'alcool, mantenne tuttavia la propria efficacia: questa venne alquanto diminuita riscaldando la lamina più fortemente con un cannello ferruminatorio (584). La stessa proprietà assumeva il platino, qualunque fosse il grado di concentrazione dell'acido solforico e anche se

all' acido solforico si sostituivano nel voltametro soluzioni d' acido acetico o di tartarico, o di nitrico, o di ossalico (585).

Esaminando più accuratamente se anche la lamina di platino negativa non fosse attiva, una mediocre attività si riscontrò anche in essa. Se però la soluzione conteneva una sostanza che producesse elettrochimicamente un deposito solido sulla lamina negativa, la lamina non acquistava alcuna attività (589). Queste esperienze fecero sospettare al Faraday che il platino acquistasse la proprietà in questione tutte le volte che la sua superficie fosse perfettamente pulita. Infatti pulendo delle lamine di platino con sabbia o con creta o con smeriglio egli diede ad esse quella proprietà. Anche riscaldando fortemente le lamine ottenne alcunche di simile benchè ciò non sempre riuscisse (596). Meglio valse l'uso degli acidi.

Con l'oro e col palladio vennero ottenuti effetti simili a quelli osservati col platino (608). La proprietà di questi metalli di produrre la combinazione dell' ossigeno e dell' idrogeno quando la loro superficie sia ben pulita, dà pure origine al fenomeno osservato dal Doebereiner con la spugna di platino nell' anno 1823. Il Dulong e il Thénard mostrarono che un filo sottile di platino disposto a spirale, ch'era stato prima tenuto per un certo tempo nell' acido nitrico o nel solforico o nel cloridrico, diventava incandescente in un getto d' idrogeno. Il Faraday ottenne il medesimo effetto con lamine e fili (609). Il fenomeno, a suo parere, va attribuito alle naturali proprietà dei gas e ad una forza attrattiva che li trae sulla superficie dei corpi solidi e in casi favorevoli può farli combinare fra loro.

« Io mi vedo costretto ad ammettere, tanto per la forza di coesione quanto per l'affinità chimica...., che

la sfera d'azione delle particelle si estenda al di là delle particelle, che sono con esse immediatamente congiunte. Io stimo che questa specie di attrazione sia la causa determinante del fenomeno del Döbereiner e di molti altri fenomeni simili (619) ».

Ne abbiamo esempi nei corpi, che vengono bagnati dai liquidi senza combinarsi con essi e senza sciogliersi in essi (620). Molti corpi igroscopici sono in tal caso. È pur noto come alla superficie del vetro aderisca uno strato d'aria (622).

Certi corpi, che nelle cristallizzazioni e nelle precipitazioni di sostanze diverse da essi fanno l' ufficio di nuclei, intorno a cui queste sostanze si raccolgono, pare che esercitino una forza di simile natura, vale a dire una forza attrattiva, che si estende alle particelle vicine e fa sì che si addossino al nucleo, benchè essa non giunga a produrre una chimica combinazione (623). In molti casi sembra che il modo di comportarsi di certi corpi in atmosfere che contengono vapori d'acqua, di canfora, d' iodio, ecc. palesi un'azione elettiva con caratteri che son comuni alla coesione e all' affinità chimica (624). Questa analogia fra le soluzioni e i corpi aeriformi dipende da ciò che lo stato delle particelle d'un corpo disciolto e di quelle d' un gas sono simili (657). Le particelle dei gas, quando sieno soggette all'attrazione del platino o d'altre sostanze solide, possono mutuamente avvicinarsi fra esse e anche al solido. Quest'attrazione è nei corpi igroscopici così forte da liquefare il vapore, anche traendolo da un'atmosfera dov'è così raro, che, a condensarlo con la compressione, occorrerebbe ridurlo a $^1/_{10}$ o anche a $^1/_{20}$ del suo volume (625).

« Un'altra considerazione, che mi pare non sia ancora stata fatta, si può aggiungere. Noi sappiamo ben

poco intorno alle azioni intime e reciproche delle particelle dei corpi, ma se anche noi errassimo spiegando lo stato aeriforme con la mutua ripulsione delle particelle e delle loro atmosfere, è da credere che non erriamo attribuendo l'elasticità dei gas ad un'azione reciproca delle particelle. Questa mutua azione manca affatto da quella parte, dove le particelle del gas sono a contatto del platino e noi dobbiamo *a priori* ammettere che la forza elastica di esse sia almeno ridotta alla metà, poichè se il Dalton provò che la forza elastica delle particelle d'un gas non può agire su quelle d'un altro gas e che un gas si comporta rispetto ad un altro come uno spazio vuoto, è ancora meno probabile che il platino eserciti sulle molecole d'un gas la stessa azione che esercitano le molecole della stessa specie » (626).

« Ma una tal riduzione della pressione alla metà dalla parte dove il gas tocca il metallo è ben poca cosa rispetto a ciò che si può dedurre dallo studio delle proprietà dei gas medesimi. Se dell'acqua trovasi in un vaso e la parte superiore di questo sia occupata da aria sotto la pressione di cento atmosfere, si diffonde in quell' aria tanto vapore come se lo stesso spazio fosse vuoto. Sembra che le particelle del vapor d'acqua non incontrino alcuna difficoltà ad avvicinarsi indefinitamente alle particelle dell'aria. Ora ciò deve avvenire più facilmente verso un corpo come il platino, che non possede la stessa forza elastica ed è di affatto diversa natura. Di qui pare che si possa asserire che le particelle dell' idrogeno o di un altro gas o vapore, che sono limitate da una parete di platino o di altro corpo solido, devono venire in intimo contatto con esso, anche se non si esercita dal metallo sopra di esse un'azione attrattiva » (627).

I gas possono mescolarsi intimamente senza che si combinino, ancorchè l'affinità sia grande. Occorre che si aggiunga un'altra causa, che nel caso considerato può essere l'azione del platino, o passiva, in quanto da una parte delle particelle di gas contigue al platino la presenza di questo toglie l'effetto dell'elasticità del gas, o attiva, in quanto il platino esercita attrazione sulle particelle del gas. In queste condizioni le particelle di ossigeno e d'idrogeno si avvicinano tanto da combinarsi. Si forma quindi del vapor d'acqua e la temperatura si innalza. Ma il vapore si diffonde nello spazio, i gas vengono ancora in contatto col metallo, e il processo continua, accelerandosi per l'aumento di temperatura, che può arrivare all'incandescenza (630).

Il platino nelle condizioni ordinarie non produce tale effetto perchè la sua superficie è impura. La spugna di platino ha una grande superficie e questa, quale la si ottiene dalla preparazione col cloruro ammoniacale, è senza impurità (637). L'aria mista al gas tonante, come pure l'anidride carbonica, non altera l'azione del platino. Il gas olefico, anche in piccole proporzioni, impedisce o ritarda il fenomeno, ma il platino tuttavia conserva la sua attitudine a produrlo quando poi venga posto in condizioni favorevoli. Così agisce anche l'ossido di carbonio (640-7).

Ho cercato di riferire i punti principali di questa memoria, perchè essa, benchè l'argomento sembri meno importante di altri studiati dal Faraday, mostra, quanto le altre, l'acutezza del suo ingegno, l'accuratezza dell'indagine, lo studio minuto di tutti i particolari della questione presa a trattare, sicchè può esser presa a modello per uno studio di tal genere.

La settima serie, che porta la data del 9 Gennaio 1834 e fu presentata alla Società Reale prima che la serie precedente venisse letta, è senza dubbio una delle più importanti, perchè contiene, oltre la proposta della nuova nomenclatura relativa ai fenomeni elettrochimici ora generalmente accettata, le leggi fondamentali dei fenomeni stessi. Per la nuova nomenclatura il Faraday ricorse al consiglio dell' amico Whewell (1). Le parole *elettrolisi, elettrodi, elettrolito, anodo, catodo, anioni, cationi, ioni,* furono da questo proposte e dal Faraday accettate. In una lettera del 5 Maggio 1834 il Whewell scriveva al Faraday:

« Se voi accettate *anodo* e *catodo,* proporrei per i due elementi, che provengono dall' elettrolisi, i nomi di *anione* e di *catione,* i quali sono participii, che significano *ciò che sorge* e *ciò che discende,* e per l' uno e l'altro il nome di *ioni*...... Questa parola in greco non è un sostantivo, ma può prendersi come tale ed io son persuaso che la brevità e la semplicità di questa nomenclatura son tali che basteranno due settimane a renderla generalmente accetta.... ».

Venti giorni dopo il Faraday scriveva al Whewell:

« Ho accettato il vostro consiglio e mi servo delle parole *anodo, catodo, anioni, cationi, ioni.* Di quest' ultima avrò raramente bisogno. Ho dovuto lottare con alcuni vivaci oppositori e mi pareva d'essere quell'uomo, che andava al mercato col figlio e con l' asino e che voleva accontentar tutti: ma quando mi riparavo sotto

---

(1) Guglielmo Whewell nacque nel 1794 a Lancaster. Fu professore di matematica e di meccanica, poi di mineralogia e infine di filosofia morale nell' Università di Cambridge. Morì nel 1866. Fra le sue opere è specialmente nota la « Storia delle scienze induttive ».

lo scudo della vostra autorità, era bello il vedere come le opposizloni si smorzavano. Io sono meravigliato della facilità, che la nuova nomenclatura mi porge, e vi sarò sempre riconoscente dell' amichevole aiuto prestatomi ».

Dopo aver discusso le condizioni, in cui l'elettrolisi avviene più facilmente e l' influenza del grado di chimica affinità fra i corpi separati elettrochimicamente, il Faraday descrive le varie forme da lui date al voltametro per farne uno strumento atto alla misura degli effetti chimici della corrente (704).

Descrive poi l' esperienze, con le quali verificò che in più voltametri contenenti acido solforico diluito, disposti in serie nel circuito d'una pila si sviluppava sempre la stessa quantità di uno stesso gas benchè gli elettrodi nei vari voltametri avessero diversa grandezza. Le differenze, che specialmente si osservavano fra un voltametro con lamine e un voltametro con fili, furono dal Faraday attribuite a ciò, che secondo il modo, in cui le bolle di gas si svolgevano, l'assorbimento del gas nel liquido avveniva in modo diverso (718). Il fatto che l' ossigeno è spesso in quantità minore di quello che corrisponderebbe all' idrogeno sviluppato, viene spiegato similmente e con l' ipotesi della formazionc di acqua ossigenata (717).

Indagò ancora se la differenza di tensione fra i due elettrodi o, come ora si direbbe, la diversa differenza di potenziale, influisse, a parità di corrente, sull'effetto chimico. Nello stesso circuito poneva in serie dei voltametri, nei quali la differenza di potenziale era diversa perchè erano diverse le distanze degli elettrodi e diversamente grandi le superficie di essi. Facendo passare la corrente per un voltametro e poi facendola dividere in due, ciascuna delle quali attraversava un voltametro, la quantità di gas raccolto nel primo voltame-

tro era eguale alla somma di quelle raccolte negli altri due. Quest' esperienza valse a confermare il Faraday nell' opinione che un cangiamento della tensione degli elettrodi non alterava l' effetto chimico se la quantità di elettricità rimaneva la stessa (726).

Fu pure da lui verificato che la concentrazione dell' acido non aveva influenza.

Ponendo più voltametri con diverse soluzioni acquose, come di potassa, di soda, di solfato di magnesia, ecc., in serie nello stesso circuito, vide egli che in ognuno di quei voltametri si sviluppava la stessa quantità di ossigeno come in un voltametro che conteneva acido solforico diluito ed era nello stesso circuito (730). Lo stesso fatto avveniva per l'idrogeno. La quantità di acqua, che vien decomposta, è dunque sempre proporzionale alla quantità di elettricità, che passa, benchè si variino nei modi più diversi le condizioni, in cui la decomposizione avviene. Raccogliendo i gas, che si sviluppano nel voltametro, purchè si abbia cura di guardarsi dalle cause perturbatrici, si può avere una misura esatta della quantità di elettricità che prende parte al fenomeno (733). Per lo più è meglio raccogliere il solo idrogeno (734). In molti casi per misurare la elettricità che attraversa il voltametro, si può anche servirsi dei metalli o d' altre sostanze, che la corrente mette in libertà, ma su questo argomento il Faraday si riservava di parlare più tardi (740).

Facendo attraversare alla corrente soluzioni diversamente concentrate di acido cloridrico, egli osservò come la quantità d' idrogeno svolto fosse sempre eguale a quella che la stessa corrente svolgeva in un voltametro che conteneva acqua. Veniva realmente decomposto l' acido cloridrico dalla corrente o la sua decomposizione era un effetto secondario? Il Faraday

accolse la prima opinione (764). Quindi la quantità di elettricità, che, attraversando un voltametro con acqua, sviluppa un certo peso d'idrogeno, che prenderemo come unità, se attraversa un voltametro con acido cloridrico, sviluppa la stessa quantità d'idrogeno e una quantità di cloro eguale a 36 circa. Così altre esperienze dimostrarono che quella quantità di elettricità avrebbe deposto 58 di stagno attraversando del cloruro stannoso fuso (791).

Queste e molte altre esperienze consimili condussero il Faraday alla conclusione che lo stagno, il piombo, il cloro, l'ossigeno e l'idrogeno venivano portati agli elettrodi da una corrente in quantità proporzionali alla quantità di elettricità che passava e proporzionali per una data corrente rispettivamente a certi numeri che son propri di ciascun elemento. Il Faraday chiamò questi numeri equivalenti elettrochimici e mostrò che erano eguali agli equivalenti chimici, quali venivano allora ammessi. Così per gli anioni ossigeno, cloro, iodio, trovò gli equivalenti elettrochimici 8, 36, 125 e per i cationi idrogeno. piombo e stagno 1, 104, 58.

Altre esperienze servirono a confermare e a render generale la legge.

Gli studi ulteriori diedero ad essa una forma che meglio comprende tutti i casi sperimentali. Il Faraday stesso prevedeva e riconosceva che la sua legge non sarebbe stata senza eccezioni e si proponeva di esaminarle : però in questa memoria trovasi già ampiamente studiata nelle sue parti principali l'importante materia. « Non posso temere d'ingannarmi », dice l'autore, « se considero come sommamente importante la legge della costante azione chimica della elettricità. Essa conferma in modo più diretto e più intimo che qualunque altro fatto, o qualunque altra serie di fatti, il bel concetto

che l' affinità chimica sia una semplice conseguenza delle attrazioni elettriche delle particelle che costituiscono le varie sostanze: essa probabilmente ci fornirà i mezzi per chiarire ciò che rimane ancora oscuro e per provare pienamente la verità di quel concetto o per farci trovare ciò che dobbiamo porre al suo posto » (850).

« Un gran vantaggio che apporterà la conoscenza degli equivalenti elettrochimici, sarà quello di poter decidere ne' casi dubbi quale sia il vero equivalente chimico o il numero proporzionale o il peso atomico di una sostanza, poichè io sono così convinto che la forza che produce l'elettrolisi è quella stessa delle attrazioni chimiche, così convinto della generalità della legge, con cui la prima forza agisce, che non esito a ritenere che anche i fenomeni chimici sieno soggetti alle leggi stesse » (851).

La conoscenza della legge dell'elettrolisi ci conduce ad indagare qual sia la quantità di elettricità che è congiunta alle molecole od agli atomi della materia. Benchè non sappiamo che cosa sia un atomo, pure non possiamo trattenerci dall' imaginarlo come una piccola particella, e, se rispetto all'elettricità non ne sappiamo di più, anzi forse ne sappiamo di meno, perchè siamo incerti se essa sia una sostanza speciale, o più sostanze, o consista in un movimento della materia ordinaria, o sia una specie particolare di forza, v'è tuttavia un gran numero di fatti, che ci mostrano come l'atomo posseda delle forze elettriche, alle quali vanno attribuite le sue principali proprietà e tra queste le proprietà chimiche (852). Considerando che non vi ha passaggio di elettricità negli elettroliti senza elettrolisi e che quando passa una certa quantità di elettricità, vien decomposta sempre una determinata quantità d' una data sostanza,

considerando inoltre che l' elettricità viene impiegata a vincere le forze elettriche che agiscono entro le particelle della sostanza da decomporsi, appare come una naturale conseguenza che la elettricità che passa sia tanta quant'è quella posseduta dalle particelle separate, vale a dire che se la forza elettrica, la quale tiene uniti gli elementi in un grano d'acqua o che fa combinare un grano di gas tonante, potesse assumere lo stato di corrente, essa sarebbe appunto eguale alla quantità di elettricità che è necessaria per la decomposizione d'un grano d'acqua (855). Il Faraday, esposte incidentalmente le proprie idee intorno alla teoria chimica della pila, calcola la quantità di elettricità necessaria a decomporre un grano (64.8 mmgr.) di acqua e trova ch'essa corrisponde a 800 000 volte la carica della batteria da lui usata per i confronti fra la elettricità voltaica e la statica, descritti nella terza serie (861).

Poste due lamine di zinco amalgamato nell' acqua acidulata e immersa inoltre nello stesso liquido una lamina di platino, quando questa ultima veniva portata a contatto con una delle lamine di zinco, avveniva una rapida azione chimica, ma solo la lamina di zinco posta a contatto del platino veniva attaccata dall'acido. Dopo alcuni minuti si trovò che questa lamina aveva perduto parte del suo peso, mentre l'altra era intatta. L'idrogeno venne raccolto e misurato. Il risultato dell'esperienza fu questo, che senza la corrente non si osservava azione chimica dell'acido sullo zinco, e che il peso dello zinco consumato stava al peso dell' idrogeno svolto come 32.5 sta ad 1. Ne seguiva che l' azione chimica corrispondente alla combinazione di 32.5 di zinco nella formazione di solfato di zinco, azione corrispondente alla combinazione di 1 di idrogeno con 8 di ossigeno era atta a fornire la quantità di elettricità che decom-

poneva 9 di acqua. Si poteva dunque concludere che l'elettricità, la quale è naturalmente congiunta con le particelle materiali d'una sostanza ed è cagione della mutua affinità dei loro componenti è eguale a quella che vale a decomporre la sostanza medesima (868).

Secondo questa teoria gli equivalenti dei corpi sono quelle quantità che contengono la stessa quantità di elettricità o che possedono eguali forze elettriche. È la elettricità che determina gli equivalenti, perchè da essa dipende la forza di combinazione e se ammettiamo la teoria atomica e il suo linguaggio, sono gli atomi chimicamente equivalenti dei corpi, che hanno eguali quantità di elettricità. « Devo però confessare che diffido della parola *atomo* perchè è molto facile parlare di atomi, ma è molto difficile farsi una chiara idea della loro essenza, specialmente nel caso di corpi composti » (869).

« Non posso ommettere di ricordare la bella idea espressa dal Berzelius nella teoria elettrica dell' affinità chimica, che cioè la luce e il calore sviluppati nelle combinazioni molto energiche sieno le conseguenze della scarica elettrica che avviene nella combinazione. Ciò va pienamente d' accordo con la mia ipotesi » (870).

« Enunciando questa legge... non intendo di avere compreso in essa ogni caso di azione chimica ed elettrochimica. Vi sono, particolarmente rispetto alle particelle delle sostanze composte o alle forze elettriche, che ne risultano, diverse questioni teoriche, che spero troveranno col tempo la loro soluzione e similmente vi sono molti casi sperimentali non ancora bene studiati. Ma, qualunque sieno le conclusioni che si traggono da questi studi, io credo che i fatti da me descritti e le leggi dedotte non soffriranno un serio mutamento, e credo

che essi sieno importanti abbastanza per giustificare la loro pubblicazione, benchè molto rimanga ancora d'incompiuto e di non chiarito. Egli è veramente un gran privilegio della nostra scienza, la chimica, che ogni suo progresso, piccolo o grande che sia, non esaurisce la questione, cui spetta, ma apre le porte a nuove e più larghe indagini, le quali promettono gioia e fortuna a coloro che si assoggettano alla leggiera fatica d' uno studio sperimentale » (871).

« La legge stessa, che stabilisce la relazione fra l'elettricità sviluppata nella pila e gli effetti chimici mi pare che provi che la corrente elettrica nella pila viene mantenuta dalle azioni chimiche e non solamente dal contatto. Ma qui, come prima d'ora, preferisco riservare il mio parere sulla vera azione del contatto, perchè non ho potuto ancora chiarire per conto mio se esso sia l'origine della corrente o se sia semplicemente necessario alla trasmissione dell'elettricità già prodotta da un'altra causa » (872).

Su questo stesso argomento della teoria del contatto aveva detto iu un paragrafo precedente (857): « Pur non volendo asserire che il contatto metallico, o il contatto di sostanze eterogenee non metalliche ma conduttrici, non abbia alcuna parte nella produzione della corrente, io sono pienamente dell'opinione del Davy che la corrente venga almeno alimentata dall' azione chimica e che il flusso di elettricità, che costituisce la corrente, sia quasi interamente prodotto da quella causa ». Ammesso che l'origine della elettricità stia nell'azione chimica, com'è piccola la quantità di elettricità, di cui ci gioviamo con le nostre pile voltaiche, a paragone di quella che si potrebbe ottenere! Due fili, l' uno di zinco, l' altro di platino, immersi in acqua leggermente acidulata danno in $^1/_{20}$ di minuto tanta elettricità quanta una persona

non potrebbe senza incomodo lasciar scaricare attraverso il suo corpo. L'azione chimica d'un grano d'acqua su quattro di zinco dà tanta elettricità quanto un gran temporale. Nè solo possiamo disporre d'una tale quantità di elettricità, ma possiamo guidarla a compiere tutti gli effetti che può dare. Non è quindi ragionevole sperare e credere che con un accurato studio sperimentale dei principii che governano la produzione e l'azione di questa causa si possa aumentare la forza delle nostre pile e trovare buoni strumenti che diano effetti mille volte maggiori di quelli ottenuti finora? » (873).

La serie ottava tratta dell'origine della corrente nella coppia voltaica. Fu letta alla Società Reale nel Giugno 1834. La questione era già stata molto discussa e il Faraday credette necessario di scusarsi se la riprendeva in esame, dicendo che le leggi sperimentali sui fenomeni elettrochimici, ch' egli aveva trovato, davano modo a lui più che ad altri di spingere innanzi l'indagine. Sperava così di mettere da parte le incerte cognizioni, che si avevano su quell'argomento. « Quelle cognizioni » soggiunge, « sono come la luce dell'alba d'una scienza destinata a progredire e sono importantissime per lo sviluppo di essa, ma chi si sforza di togliere gli errori e di porre in luce la verità, è altrettanto benemerito quento colui, che primo aprì il cammino alla luce e pose le basi d'una scienza nuova » (876). Che la corrente voltaica venisse *mantenuta* dall'azione chimica della coppia, il Faraday ammetteva senz' alcun dubbio. Le sue scoperte d' elettrochimica lo avevano convinto di ciò. Ma restava la questione se l'origine prima della corrente stesse nel contatto de' metalli o nell' azione chimica. Il Faraday costruì una coppia e un circuito

voltaico, in cui non avveniva contatto fra metalli; eppure passava una corrente, che decomponeva l' ioduro potassico.

In altre esperienze due lamine, una di zinco amalgamato, l'altra di platino, stavano disposte orizzontalmente l'una sopra l'altra, ma senza toccarsi. Se ad una estremità veniva posta fra esse una goccia d'acqua acidulata e all'altra i due metalli venivano posti in comunicazione mediante un conduttore solido qualunque, la corrente circolava in un certo senso. Se si toglieva quel liquido e vi si sostituiva un conduttore solido e al capo opposto si metteva una soluzione di ioduro potassico, la corrente circolava in senso opposto. Quando i due liquidi stavano rispettivamente ai due capi della coppia di lamine, le due forze elettriche agivano l'una contro l'altra: il liquido, la cui affinità per lo zinco è maggiore, cioè l'acido, prevaleva sull'altro determinando il senso della corrente e non solamente faceva in modo che la corrente attraversasse il liquido più debole in senso opposto a quello che questo liquido operando da solo avrebbe dato alla corrente stessa, ma portava ciascun componente di esso a contatto col metallo opposto a quello, verso il quale naturalmente tendeva a portarsi (891). In generale se la somma delle forze che generano la corrente, supera la somma delle forze chimiche dell' elettrolito, questo vien decomposto nel senso determinato dalle prime forze e in quantità proporzionale all' elettricità che passa (897). La tensione (forza elettromotrice d'una coppia) dipende dalle azioni chimiche che vi si svolgono: la grandezza delle lamine e la concentrazione dell'acido non hanno influenza (908).

La decomposizione elettrolitica è l'effetto d'una forza chimica che è più grande di quella che viene vinta, ed ha origine in altra parte del circuito. Le forze che hanno

sede nell'elettrolito *resistono* alla forza prevalente e quindi alla corrente. « Rispetto alla legge sulla conducibilità elettrica esposta nella quarta serie, io credo che i corpi che nello stato liquido sono elettroliti, perdono tale proprietà quando sono solidi, perchè la corrente non può vincere le forze attrattive, che tengono vincolate le particelle in quello stato. Rimanendo al loro posto le particelle, non avvenendo decomposizione, l'elettricità non può passare » (910).

L' elettricità della pila voltaica non proviene dal contatto metallico, nè in quanto all' origine sua, nè in quanto al mantenimento della corrente. Essa proviene puramente dalle azioni chimiche. Quanto alla tensione, essa dipende dalle forze delle affinità chimiche, che agiscono nel produrla; rispetto alla quantità, dipende dalla quantità della materia, che agisce chimicamente nel tempo considerato (916). Come l'elettricità voltaica è puramente un effetto di azioni chimiche, così la decomposizione elettrochimica prodotta da una pila è effetto della prevalenza d'un gruppo di affinità chimiche più forti sopra un altro gruppo; e se si esaminano i casi di due gruppi contrapposti di tali forze e le loro mutue relazioni, non par necessario di usare rispetto ad essi altra espressione che quella di chimica affinità (benchè la parola elettricità sembri molto adatta), o d' introdurre una nuova causa dei fenomeni, perchè possiamo imaginare che le forze agenti nei due punti dove hanno sede, comunichino fra loro per mezzo dei metalli interposti e si facciano equilibrio come avviene in meccanica nel caso di due forze applicate all' estremità di una leva (917).

« Tutti questi fatti ci mostrano », conclude il Faraday, « che la forza comunemente detta chimica può venire trasportata da un punto all' altro mediante i metalli o

altri conduttori, che la corrente elettrica non è che una forma delle forze chimiche d'affinità e che la sua grandezza è proporzionale alle affinità chimiche che la producono..... In altre parole le forze designate con l'espressioni *affinità chimica* ed *elettricità* sono una stessa cosa » (918).

Proseguendo lo studio della grave questione il Faraday aggiunge : « Non vi è in tutta la dottrina dell'elettricità, a parer mio, cosa più importante a conoscersi dello stato dei metalli e del liquido elettrolitico in una semplice coppia voltaica prima che si chiuda il circuito e nell' istante, in cui lo si chiude. Se conoscessimo chiaramente quello stato, noi potremmo venire anche a conoscenza delle leggi, secondo le quali avvengono gli svariatissimi fenomeni principali e secondari delle coppie voltaiche e nuove regioni s'aprirebbero alle nostre ricerche (946). Se si ammette, come pare sperimentalmente accertato, che nella coppia zinco, platino, acqua acidulata, l' azione elettromotrice dipende dalla mutua affinità dello zinco e dell'ossigeno dell'acqua, ne segue che a circuito aperto il metallo per sè non ha forza sufficiente per trarre a sè l'ossigeno staccandolo dall' idrogeno. Tuttavia lo zinco con la sua attrazione per l'ossigeno delle particelle d'acqua contigue può dar origine ad uno stato speciale di tensione o di polarità delle particelle stesse ed è probabile che anche le particelle dello zinco, quelle almeno contigue all'acqua assumano un simile stato. Finchè questo sussiste, non avviene alcun mutamento, ma, se per la chiusura del circuito esso cessa..., avviene una serie di scomposizioni e ricomposizioni chimiche. Lo zinco si combina direttamente con l'ossigeno, l'ossido si combina poi con l' acido, e la superficie rimane sempre nuda, sicchè il processo continua » (949).

« Io ho cercato accuratamente qualche segno di quello stato di tensione nel liquido della coppia. Io pensavo che o prima del passaggio della corrente, o dopo questo passaggio, il liquido dovesse assumere una struttura speciale e cercai di scoprirlo usando la luce polarizzata..., ma non trovai alcun indizio di tal fenomeno » (955).

Come prova d'uno stato elettrico speciale dei conduttori che formano il circuito prima che passi la corrente, il Faraday adduce la scintilla, ch'egli afferma di aver osservato chiudendo con un breve filo di rame il circuito d'una grande coppia voltaica (957). Nel chiudere la prima parte di questa memoria il Faraday ricorda la seguente proposizione enunciata dal Davy nel 1826. « Le attrazioni chimiche ed elettriche sono prodotte dalla stessa causa, la quale in un caso opera sulle minime particelle, nell'altro sui corpi in generale; la medesima proprietà, solo con qualche modificazione, è la causa dei fenomeni, che si osservano nelle varie combinazioni voltaiche ». Il Faraday dichiara di accettare interamente quella proposizione, quantunque gli argomenti e le prove addotte dal suo maestro non gli sembrino convincenti (965).

Passò poi egli ad una serie di esperienze destinate a risolvere le questioni seguenti: se la tensione (differenza di potenziale) tra gli elettrodi debba superare un certo limite, affinchè l'elettrolisi avvenga, se questo limite, qualora sussista, sia lo stesso per tutti gli elettroliti, e se, finchè questo limite non è raggiunto, la elettricità si trasmetta come nei metalli senza elettrolisi.

Una coppia semplice, composta con platino, zinco e acqua acidulata, fu applicata ad un vaso elettrolitico con grandi lamine di platino, che conteneva acido solforico diluito. Si provava se passasse corrente interpo-

nendo di tanto in tanto nel circuito un pezzetto di carta impregnata con una soluzione di ioduro potassico. L'esperienze dimostrarono che quantunque non si sviluppasse alcuna bolla di gas, una corrente passava. Questa era dunque tanto piccola da non arrivare al valore che dev'esser raggiunto affinchè gli elementi che compongono l'acqua, possano venir separati, senza che intervenga qualche azione secondaria con gli elettrodi o col liquido che li circonda (970).

Quando all'acido solforico della coppia vennero aggiunte alcune goccie di acido nitrico, si svilupparono tosto delle bolle di gas. Così si aveva un tale aumento di tensione da vincere l'affinità degli elementi dell'acqua, mentre quella ottenuta con l'acido solforico puro benchè fornisse una corrente, non decomponeva l' acqua.

Venne poi presa come elettrolito una soluzione di solfato sodico. Anche in questo caso passava una debole corrente senza che avvenisse elettrolisi e perchè questa avvenisse doveva esservi fra gli elettrodi una certa tensione, notevolmente maggiore di quella che occorre per l' ioduro potassico (977). Il cloruro d'argento fuso venne decomposto dalla corrente della coppia con acido solforico fra elettrodi di platino. Non diede indizio di decomposizione il cloruro di piombo benchè lasciasse passare la corrente (980).

Rispetto all'acqua parve al Faraday di poter concludere che la tensione necessaria all' elettrolisi sia la stessa per l' acqua e per le soluzioni acquose e che le correnti prodotte da una tensione minore attraversino con la stessa facilità l' acqua pura e le soluzioni acquose. È probabile, aggiunge il Faraday, che la conducibilità di un elettrolito allo stato solido non sia diversa da quella, che esso ha allo stato liquido per correnti che non sono atte a decomporlo (984). In fine egli nota

come conseguenza necessaria delle sue esperienze che per decomporre un dato elettrolito occorre una tensione (forza elettromotrice) d'una data grandezza e che la stessa quantità di elettricità può attraversare una sezione d'un elettrolito in un dato tempo decomponendo o non decomponendo l'elettrolito a seconda del valore della forza elettromotrice, che dà origine alla corrente (988).

È ben noto che gli studi fatti di poi condussero ad ammettere concetti notevolmente diversi intorno a questi fenomeni.

La stessa memoria contiene la descrizione di esperienze sugli effetti prodotti da pile di più coppie, sull'uso dello zinco amalgamato, sull' ostacolo che uno o più diaframmi di platino posti in una coppia zinco-platino oppongono al passaggio della corrente e sulla polarizzazione degli elettrodi.

La nona serie, che fu presentata alla Società reale il 18 Dicembre 1834, contiene la descrizione di nuove esperienze sull' induzione magnetoelettrica e propriamente quest' esperienze riguardano l'autoinduzione.

Il Faraday aveva lasciato per circa due anni l' argomento della sua grande scoperta. Le sue nuove esperienze ebbero la loro origine in una osservazione di Guglielmo Jenkin già menzionata più sopra. Se si usa un filo corto per unir i due poli d'una coppia, non se ne può ottenere in alcun modo una scossa; la si ha invece se si rompe il circuito, quando in questo sia un filo di rame avvolto intorno ad un nucleo di ferro dolce (1049). Si ottiene in questo caso anche una viva scintilla.

Descrivendo il fenomeno e volendo spiegarne la causa in una lettera del 17 Ottobre 1834 datata da Brighton il Faraday aveva commesso qualche errore.

Aveva, ad esempio, attribuito a due correnti diverse la scintilla e la scossa e non esattamente giudicato il senso della corrente che produce la scossa. Corresse queste inesattezze con una lettera scritta un mese dopo e ne fece menzione nella memoria che ora esaminiamo (1051).

Con una numerosa serie di esperienze il Faraday mostrò come questi fenomeni fossero simili a quelli dell' induzione d' un circuito sopra un altro.

« Il primo pensiero » egli dice « è che l'elettricità la quale circola nel filo, abbia inerzia e che per un filo lungo, quando il circuito si apre, produca effetti maggiori di quelli prodotti da un filo corto » (1). Ma questa spiegazione non regge perchè si vede che, a parità di lunghezza, un filo avvolto ad elica produce effetto maggiore d' un filo diritto e più ancora ne produce se dentro l' elica stia del ferro dolce (1077).

Se nel circuito d' una coppia si pone un filo di rame avvolto ad elica con nucleo di ferro e ai capi di quello si applicano due cilindri metallici, che si tengono nelle due mani, indi si rompe il circuito presso uno dei poli, si prova una scossa che è prodotta da una corrente, la quale ha origine nell' elica e si divide in due, l' una produce una scintilla nel punto d' interruzione, l' altra attraversa il corpo dello sperimentatore. Sostituendo al corpo umano un filo metallico, si può far sì che per questa via passi quell' *estracorrente* pres-

---

(1) Tale è la spiegazione data da L. Nobili del fatto che quando apriva il circuito d' un solo elemento del Wollaston, aveva una scintilla tanto più vivace quanto più il filo era lungo, mentre la scintilla non si produceva quando si chiudeva il circuito. Il Nobili non aveva osservato però l' influenza della forma del reoforo, nè quella del nucleo di ferro. Vedi Antologia Vol. XLVI, p. 71 (1832).

sochè intera e si può studiarne gli effetti e le proprietà (1078).

Il nome non molto proprio di *estracorrente,* fu scelto probabilmente dal Faraday per esprimere che la corrente, di cui qui si tratta, non veniva prodotta dalla coppia. Se una corrente percorre un filo e accanto ve ne sia un altro disposto parallelamente a quello e facente parte d' un circuito chiuso, quando s' interrempe la corrente nel primo, una corrente d' egual senso producesi nel secondo, e nel primo si vede una piccola scintilla. Se manca invece il secondo filo la corrente, che cessa, dà origine ad un' altra corrente dello stesso senso nel filo da essa percorso, e allora la scintilla è vivace. Questa scintilla corrisponde alla corrente che si produrrebbe nel filo secondario, se vi fosse (1092).

« Siccome la forza induttrice di una corrente elettrica nel momento che questa comincia, è eguale ed opposta a quella ch' essa esercita quando finisce, conviene ammettere che al chiudersi del circuito si debbano avere fenomeni simili a quelli testè descritti ». L' esperienze, benchè meno chiare e convincenti delle precedenti, confermarono quest' asserzione (1101). L' idea dello stato elettrotonico ricompare in questa memoria. « Benchè gli effetti si scorgano soltanto al chiudersi e all' aprirsi del circuito, pure io non posso far a meno di ammettere che qualche azione laterale si eserciti dagli elementi della corrente finchè la corrente passa. Qualche azione di questo genere si riscontra negli effetti magnetici della corrente. Ma se si ammette (come vogliamo fare per ora) che siano appunto le forze magnetiche quelle che al principiare e all' estinguersi della corrente producono effetti tanto notevoli e diversi, sembra che nella catena dei fenomeni debba esistere un anello che non conosciamo, che vi sia una

ruota ancora incognita nel meccanismo fisico che studiamo. Se noi consideriamo l' elettricità e il magnetismo come l' effetto di due forze d' una causa fisica o d' uno stato della materia, che agiscono in direzioni determinate rispettivamente perpendicolari, dobbiamo anche ammettere, a mio parere, che quei due stati, o quelle due forze, possano tramutarsi in grado maggiore o minore l' uno nell' altro, vale a dire che un elemento di corrente non abbia una forza elettrica di grandezza determinata, nè una determinata forza magnetica, ma che queste due forze per un processo ancora ignoto si possano trasformare fino ad un certo puuto l' una nell' altra » (1114).

« Quanto agli effetti opposti che accompagnano la chiusura e l' apertura del circuito, e allo stato intermedio e indifferente che li divide, forse questa distinzione è più apparente che reale. Se la trasmissione dell' elettricità si compie per mezzo di oscillazioni o con un altro processo qualsiasi, nel quale vengano alternamente e rapidamente eccitate ed estinte delle forze opposte, è ragionevole ammettere che al principio e alla fine del periodo di trasmissione si presentino degli effetti opposti prodotti rispettivamente dall' una e dall' altra di quelle forze. Qualche analogia si avrebbe nei colori estremi che si osservano, quando vien dispersa da un prisma la luce che passa attraverso una larga fenditura. Ciò che avviene nel periodo intermedio può essere di molta importanza e forse costituire l' essenza del fenomeno di trasmissione. Queste considerazioni, che, a mio parere, hanno attinenza con i principi fondamentali della teoria della elettricità, sono quelle appunto che mi spinsero a studiare così minutamente i fenomeni descritti in questa memoria » (1115).

Nella decima serie, che porta la data del 16 Giugno 1834 il Faraday descrisse i tentativi da lui fatti affine di migliorare la pila del Volta. Egli propone di ripiegar le lamine di rame intorno al lato inferiore delle lamine di zinco, sicchè ciascuna lamina di zinco stia fra le due metà della lamina di rame disposte a modo di U. Tutte le coppie devono venire immerse in uno stesso truogolo pieno d' acqua acidulata, che vien votato quando si cessa d'adoperare la pila. Il prof. Hare dell' Università di Pensilvania aveva già proposto fin dal 1825 una simile costruzione (1133).

L' undecima serie (30 Novembre 1837) comincia così:

« La scienza della elettricità si trova in uno stadio nel quale tutte le sue parti hanno bisogno di indagini sperimentali non solo al fine di scoprire fatti nuovi, ma, ciò che più vale, a quello di perfezionare i mezzi necessari per produrre i fatti già conosciuti e determinare con più esattezza il modo di agire di questa potenza naturale, che fra tutte è la più singolare ed universale. A quei fisici, i quali attendono all' esperienze con zelo e con diligenza, che nello studio dei fatti non trascurano le analogie, che stanno in guardia contro le prevenzioni, s' inchinano innanzi ad un fatto piuttosto che innanzi ad una teoria, non hanno soverchia fretta nell' estendere a tutti i casi ciò che hanno osservato in alcuni e sopra tutto sono pronti a verificare ad ogni passo le loro opinioni esaminandole e mettendole alla prova, a costoro nessuna parte della scienza offre un campo più bello e più fecondo di scoperte. Ciò vien mostrato manifestamente dai progressi che la dottrina dell' elettricità fece negli ultimi trent' anni. La

Chimica e il magnetismo sentirono l' uno dopo l' altra l' influenza di quella dottrina e probabilmente avverrà che in tutti i fenomeni della natura inorganica, e forse anche delle piante e degli animali, si riconosca che ha parte l' elettricità » (1161).

« Fra gli svariati effetti dell' elettricità non ve n' è alcuno, a mio parere, il quale per importanza s'accosti a quello che diciamo induzione (elettrostatica). Esso interviene in tutti i fenomeni elettrici ed ha il carattere d' un principio essenziale e fondamentale. Lo studio dell' induzione è così importante che senza ben conoscerne l' essenza non si può andar oltre nella ricerca delle leggi dei fenomeni elettrici. Come potremo noi altrimenti intendere l' armonia, anzi l' unità dei modi con cui l'elettricità si produce per attrito, per azioni chimiche, per riscaldamento, per azioni magnetiche, per evaporazione, e anche negli organismi viventi ? » (1162).

« Nella lunga serie de' miei studi sperimentali giunsi sempre alla conclusione che per spiegare i fenomeni elettrici sia necessario ammettere due forze, o due forme o due sensi opposti d' una medesima forza, combinate insieme per modo che è impossibile separare quelle due forze (o elettricità) e ciò tanto nei fenomeni di elettricità statica quanto in quelli delle correnti. Come cosa strettamente legata con quel principio tenni sempre in mente il pensiero che non è mai stato possibile finora dare ad un corpo una carica assoluta dell'una o dell'altra elettricità e aspirai sempre a farmi un concetto più chiaro delle relazioni che esistono fra le particelle materiali e l' elettricità, specialmente nei fenomeni di induzione elettrostatica, dai quali tutti gli altri sembrano dipendere » (1163).

Nei paragrafi successivi il Faraday espone il suo concetto fondamentale intorno alle azioni elettriche,

« Imaginiamo di avere una lastra di ghiaccio armata sulle faccie opposte con foglie di platino. Queste armature vengano congiunte con una sorgente continua delle due opposte elettricità. Il ghiaccio si caricherà come una bottiglia di Leida. É un caso d' induzione elettrostatica senza passaggio di corrente. Se il ghiaccio si fonde, l' induzione fino ad un certo grado diminuisce, perchè una corrente può passare, ma il suo passaggio esige una particolare disposizione molecolare quale è necessaria perchè i componenti dell' elettrolito si movano in senso opposto. Il grado della scarica e la quantità dei componenti messi in libertà sono esattamente proporzionali fra loro. Sia che s' usi una macchina elettrica oppure una pila, si produce sempre induzione se l' elettrolito è solido: se è liquido, quando non vi sia qualche particolare ostacolo, avvengono azione chimica e decomposizione. É molto opportuno il comparare certe azioni nelle loro fasi estreme per intendere quale sia nella fase di minore intensità la natura di un fenomeno che ci si fa abbastanza manifesto soltanto in quelle fasi più intense. Poichè dnnque nell'elettrolisi il primo stadio è induzione, il secondo decomposizione, (la separazione di questi due processi sta in poter nostro facendo solido o liquido l' elettrolito), ... e siccome l' intero effetto prodotto nell' elettrolito sembra consistere in ciò, che le particelle assumano uno stato particolare ossia si polarizzino, così mi venne il pensiero che l' ordinaria induzione in tutti i casi sia dovuta all' azione di particelle contigue e che l' azione elettrica fra due corpi che non si toccano, avvenga sempre con la partecipazione di una sostanza interposta » (1164).

« La grande considerazione, in cui tengo uomini di tanto valore come l' Epinus, il Cavendish, il Poisson

ed altri, le cui teorie, a quanto credo, ammettono tutte che l'induzione avvenga a distanza e in linea retta, mi ha impedito a lungo di accettare l'ipotesi sopra enunciata, e benchè io sia stato sempre in traccia di occasioni che mi servissero a verificare il mio pensiero ed abbia anche eseguito dell'esperienze che avevano proprio quel fine, come, ad esempio, l'esame col mezzo di luce polarizzata di elettroliti soggetti ad induzione nei due stati solido e liquido, solo da poco tempo e a poco a poco fui condotto dalla grande generalità del soggetto ad estendere le mie esperienze e a far nota la mia opinione. Ora io credo che l' induzione elettrostatica non sia un'azione delle particelle o delle masse, che si estenda a distanze sensibili, ma in ogni caso consista in una specie di polarizzazione delle particelle contigue. Se la mia opinione è giusta, la sua accettazione avrà molta influenza sull'ulteriore svolgimento dei nostri studi intorno alla natura delle forze elettriche. La relazione fra l' induzione elettrica e la decomposizione chimica, fra la produzione della elettricità voltaica e l'azione chimica, il movimento degli ioni in un elettrolito, l'origine dell'elettricità, l'essenza della conduzione e dell' isolamento, delle azioni dirette e laterali o trasversali, che costituiscono elettricità e magnetismo, come pure tante altre cose più o meno incomprensibili oggidì, verrebbero rischiarate e forse potrebbero spiegarsi pienamente con un' unica legge » (1165).

Cercando una prova sperimentale, che dimostrasse quale, tra il suo concetto e quello ammesso fino allora, fosse conforme al vero, egli pensò di esaminare se la induzione si potesse esercitare in certi casi secondo linee curve, parendogli che un tal fatto fosse conciliabile con la sua teoria, ma inconciliabile con le leggi ammesse intorno all' azione diretta a distanza (1166).

Inoltre se l' induzione si esercita da un corpo ad un altro per mezzo della sostanza interposta, la natura di questa sostanza dovrebbe avere influenza nei fenomeni. Dovrebbe dunque esistere una induzione elettrica specifica dei vari corpi (1167).

Prima però di venire allo studio sperimentale di tali questioni, il Faraday volle rispondere a quest'altra domanda. È egli possibile caricare un corpo conduttore o no, con una specie di elettricità senza che l' altra specie appaia allo stato libero o latente? (1169). Per i conduttori è ben noto che nella loro massa non possono venir caricati. L' elettricità si porta sempre alla loro superficie e anche ciò non è possibile senza che nei corpi circostanti si produca altrettanta elettricità di nome opposto. Rispetto agli isolanti la cosa non appare così chiara. Essi possono venir elettrizzati nella loro massa tanto per comunicazione come per sfregamento; ma, esaminando bene la cosa, si trova sempre o che la carica è come quella dei conduttori, accompagnata da induzione sui corpi circostanti, o che alcune parti dell' isolante hanno elettricità d' un dato nome e altre hanno elettricità di nome opposto (1171).

Affine di studiare la questione nel caso dell' aria il Faraday fece costruire con una leggera ossatura di legno una camera cubica di dodici piedi di lato, circondata da filo di rame come una gabbia e rivestita con molte striscie di stagnola sulle pareti. Fu isolata dal suolo. Un filo metallico isolato con un tubo di vetro veniva da una macchina elettrica ed entrava nella camera. Il capo libero stava nell'aria entro la camera. L'esperienze convinsero il Faraday dell' impossibilità di ottenere nell' aria di quella camera una carica d' un dato segno senza che un'egual carica del segno opposto apparisse. Entrato il Faraday nella camera e fatte caricare forte-

mente di elettricità le pareti isolate, non potè avere lì dentro il più piccolo segno di stato elettrico (1173-74).

Fra i vari modi di produrre elettricità non ve n' è alcuno, in cui contemporaneamente non si veda apparire l' una e l' altra specie di elettricità in quantità eguali, conforme ad un principio, che è quello dell' induzione. Tutto conduce a ritenere che il fenomeno dell'induzione si verifichi tanto nella prima eccitazione dell' elettricità quanto nei fatti successivi (1178). L'esperienze descritte nel resto di questa memoria furono eseguite, come s'è detto, con questi due intenti: mostrare che nell'aria e in altre sostanze isolanti (dielettriche) l' induzione si esercita in linee curve e provare l' esistenza d' una capacità specifica induttiva dei vari isolanti.

Fra le prime esperienze è la seguente. Un cilindro massiccio di ceralacca stava disposto verticalmente e aveva nella base superiore una cavità emisferica di diametro eguale a quello della sua sezione. Il cilindro veniva elettrizzato negativamente sfregandolo con lana. Una sfera metallica di diametro un po' maggiore di quello della cavità, veniva posta in questa, indi si esplorava lo stato elettrico delle varie parti di essa toccandola con la pallina fissa di una bilancia di torsione. La si trovò carica in ogni punto positivamente. Questa carica non poteva essere che effetto d' induzione. È da notarsi che al momento, in cui veniva collocata nella cavità, la sfera era per mezzo della mano in comunicazione col suolo (1218).

Ora sulla sommità della sfera l' azione induttiva in linea retta non avrebbe potuto in alcun modo esercitarsi e conveniva quindi ammettere che l' induzione operasse nell'aria circostante secondo linee curve. Altre esperienze fatte con una mezza sfera metallica posta in luogo della sfera intera con la base piana orizzontale,

diedero risultati ancora piú favorevoli alle previsioni. « L' induzione girava intorno all'orlo. Invero non si può dar prova migliore sì del fatto, che l' azione induttiva si esercita in linee curve, perchè qui per la posizione, le forme e la natura della mezza sfera, l'azione in linea retta non potrebbe avvenire, come anche della tendenza di quelle linee a respingersi lateralmente fra esse. Tutti questi fatti dipendono, a mio parere, da ciò, che nel fenomeno d'induzione il dielettrico si trova in uno stato di polarizzazione o di tensione, nel quale le particelle agiscono reciprocamente le une sulle altre» (1224).

Altre esperienze mostrarono che le linee di forza induttiva erano parimenti curve in altri gas, in corpi isolanti liquidi e solidi (1226-8). « Io uso », dice il Faraday, « l'espressione *linea di forza induttiva* per indicare in qualche modo la direzione delle forze nei fenomeni d' induzione. Nell' esperienze fatte con la mezza sfera alcune di quelle linee dovevano terminare nei punti più bassi della mezza sfera e all'orlo della base piana, che stava rivolta verso l' alto. Altre linee dovevano allontanarsi da quelle e ripiegarsi in modo da terminare sulla faccia piana superiore della mezza sfera. Tutto ciò mi sembra dimostrare che l'azione si trasmette da particella a particella, non già direttamente attraverso il dielettrico fra le superficie induttrici e le indotte, ma anche in direzioni laterali. Così si spiega la ripulsione e la espansione delle linee di forza ed il fatto che la induzione giri intorno agli angoli. Non c' è analogia con la gravitazione, nella quale due particelle agiscono in linea retta l' una sull' altra, anche se ve ne siano molt'altre interposte: v'è piuttosto analogia in ciò che avviene in una serie di aghi magnetici o nelle particelle d'una calamita. Comunque io consideri la cosa e

per quanto diffidi della mia parzialità verso certe idee favorite, non vedo come la solita teoria dell'induzione possa spiegare il grande fatto naturale dell'azione elettrica » (1231).

Le ingegnose e decisive esperienze fatte con due condensatori sferici di eguali dimensioni, nei quali il dielettrico interposto era diverso, affine di dimostrare la capacità specifica induttiva dei dielettrici, sono descritte in tutti i trattati e sarebbe superfluo il parlarne.

É noto che per i gas il Faraday non trovò alcuna influenza della densità o della natura del gas sulla capacità specifica induttiva (1287) (1292).

« Così », conchiude il Faraday, « l' induzione sembra essere essenzialmente dovuta all' azione di particelle contigue, mediante le quali la forza, che si manifesta in un dato luogo, viene trasmessa e mantenuta fino a punti più o meno lontani, dove essa appare come una forza della stessa specie, di eguale intensità, ma di senso opposto (1295). La grossezza del dielettrico ha influenza sul grado dell' induzione ed esiste una capacità specifica induttiva, che può essere molto diversa da un corpo all' altro.

La forza diretta d'induzione che opera secondo certe linee fra le superficie conduttrici cariche di elettricità, è accompagnata da una forza laterale o trasversale, che ha effetto eguale a quello di una mutua ripulsione di quelle linee (1297).

Il dielettrico si trova allora in uno stato di tensione o di sforzo e, tostochè cessa l' induzione, si ristabiliscono le condizioni normali (1298).

Il principio dell'induzione ha la massima generalità nei fenomeni elettrici. Esso si verifica in tutti i casi comuni di cariche elettriche; sembra che esso intervenga

ogni qual volta si produce elettricità e preceda ogni corrente. Il grado, fino a cui lo stato forzato delle particelle, si spinge prima che la scarica avvenga, sembra costituire ciò che diciamo *tensione* (1299). Quando una bottiglia di Leida è carica, le particelle del vetro sono in uno stato forzato di polarizzazione. La scarica è il ritorno di quelle particelle dallo stato di tensione allo stato naturale (1300).

Ogni conduttore si carica solo alla superficie, perchè ivi appunto comincia il mezzo, che può mantenere lo stato d'induzione. Se i conduttori son cavi e contengono aria o un altro dielettrico, non può formarsi alcuna carica sulla superficie interna perchè il dielettrico interno soggetto ad azioni opposte che si elidono non può polarizzarsi (1301).

L' influenza della forma si concilia bene con l' ipotesi che l'induzione si compia nel dielettrico circostante di particella in particella e così l'influenza della distanza. Forse non v' è limite all' estendersi dell'induzione: ma per una data tensione il fenomeno avviene tanto più facilmente quanto è meno esteso il dielettrico, attraverso il quale le forze si esercitano. Quanto è minore il numero delle particelle che devono venir mantenute in una condizione forzata, tanto è maggiore il grado dello sforzo prodotto su ciascuna di esse (1303).

« Le espressioni *linee di forza induttiva* e *linee curve di forza* hanno un significato simile a quello di linee di forza magnetica. Tali linee sono una finzione teorica e la forza in un punto qualunque di esse è la risultante delle componenti dovute alle mutue relazioni fra le molecole, cioè alle tensioni e reazioni che si verificano fra ciascuna molecola e quelle che la circondano da ogni parte. Ciò che si è detto forza trasversale, è una forza che agisce normalmente alle linee di forza. Per polariz-

zazione si deve intendere una tale disposizione delle forze che ogni molecola in punti diversi presenti opposte proprietà. Il modo speciale, in cui si suppone che ciò avvenga, verrà dichiarato più tardi. Probabilmente esso è diverso nei diversi corpi e dà così origine a fenomeni diversi. « Ciò che io vivamente desidero di evitare, per ora, è che alle espressioni di cui mi servo, si dia un significato più speciale di quello che io penso. Io spero che ulteriori esperienze ci metteranno in grado di precisarne meglio il significato e di guadagnare così a poco a poco una spiegazione più chiara dei fenomeni elettrici » (1304).

Chiude la memoria la seguente dichiarazione :

« Non posso ommettere di dire che faccio nota la mia opinione con esitazione, temendo che essa non possa resistere alla prova e pensando che se essa non fosse giusta, ritarderebbe il progresso della scienza. La concepii molto tempo fa, ma tardai a pubblicarla fino a quando la convinzione sempre più forte del suo accordo con tutti i fatti conosciuti, e il modo, in cui essa riuniva fenomeni apparentemente molto diversi, mi spinsero a scrivere questa memoria. Finora io non vedo alcun contrasto fra essa ed i fatti, anzi mi pare che essa li illumini con nuova luce : e le mie prossime memorie avranno lo scopo di esaminare i fenomeni di conduzione, di elettrolisi, di corrente, di magnetismo, di equilibrio elettrico sui conduttori, della scarica, ecc. per applicare la teoria a quei fenomeni e verificarla con essi » (1306).

Un'appendice contiene la descrizione della ben nota esperienza, che si fa con tre dischi conduttori verticali paralleli affine di osservare come l'induzione esercitata dall'intermedio sopra uno degli altri due venga alterata dall'interposizione di una lastra coibente.

La dodicesima serie (febbraio 1838) è una continuazione della precedente. Poichè l'induzione si verifica in tutti i fenomeni elettrici, il Faraday dopo averla studiata nel caso statico, volle considerarla nei casi di movimento elettrico, nella conduzione, nell' elettrolisi, nella scintilla e nella convezione (1319).

Le molecole d'un corpo che sta fra due conduttori oppostamente elettrizzati, assumono uno stato di tensione. L'effetto si verifica prima sulle particelle contigue ai conduttori, indi si estende alle altre. Se le particelle vicine si comunicano l'una all'altra le loro forze, succede una scarica. In ciò consiste la conduzione. In tal caso il corpo si comporta da conduttore; invece è isolante se le sue particelle mantengono lo stato di polarizzazione o di tensione. La proprietà di mantenere questo stato può essere posseduta in grado maggiore o minore dai corpi. Poco o molto, pare che tutti conducano. Così i fenomeni di conduzione e d'isolamento sono ricondotti alla stessa origine (1326).

La conduzione richiede tempo anche nei conduttori come dimostrano l'esperienze del Wheatstone (1328).

Il Faraday ricorda un'antica esperienza che consiste nello scaricare una bottiglia di Leida, offrendo alla scarica due vie, quella d'un lungo filo metallico e quella d'un breve intervallo d'aria. Gran parte della scarica avviene in forma di scintilla nell' intervallo. Tanti anni più tardi quest' esperienza fu addotta come prova dell'autoinduzione del filo. Il Faraday se ne vale per mostrare la somiglianza delle due scariche e considera il filo metallico durante la scarica, come un dielettrico simile all' aria (1331).

È incerto se i gas possedano conducibilità, ma le esperienze del Cagniard la Tour provano la continuità

dello stato liquido e dell'aeriforme. È probabile che un corpo qualsiasi nei varii stati si comporti rispetto alla induzione elettrica in modo consimile e che le differenze sieno soltanto nel grado, non nella qualità degli effetti (1336).

La scarica in forma di scintilla è preceduta anch'essa da induzione e da polarizzazione del dielettrico. Questo stato cresce d' intensità al crescere dell' intensità delle forze elettriche. Quando le particelle non possono più sopportare lo stato di tensione senza che venga turbata la loro posizione relativa, avviene la scarica (1368). Non è necessario che tutte le particelle del dielettrico raggiungano quello stato di tensione. In ogni sezione del dielettrico includente tutte le linee d' induzione la somma delle forze è sempre la stessa. Ma queste linee possono essere variamente addensate nelle varie sezioni e nei varii punti d' una sezione. Perchè la scarica avvenga, basta che una particella soggetta a sforzo maggiore abbia raggiunto il limite di resistenza (1370).

Segue poi lo studio del modo, in cui l' azione induttiva s'esercita nei gas, e dell' influenza della natura di questi nel fenomeno. L'esperienze mostrarono che a parità di tutte l'altre condizioni la natura del gas influisce sulla tensione (differenza di potenziale) necessaria alla scarica.

Quando la scarica va da un conduttore all' altro attraverso un dielettrico, l' induzione, che precede la scarica, ne prepara la via. È probabile che la tensione necessaria alla scarica per una particella d'un dato dielettrico sia sempre la stessa, qualunque sia la forma dei conduttori, qualunque sia la grossezza del dielettrico e forse anche qualunque sia la sua densità.

« Io non voglio », aggiunge il Faraday « negare che

le azioni delle particelle vicine a quella che si considera, possano avere qualche influenza nel fenomeno ed anzi è chiaro che la forza necessaria alla scarica per una molecola deve dipendere da quelle necessarie per le molecole vicine. Ma se la supposizione fatta fosse anche solo approssimata, la cosa avrebbe una grande importanza generale. Non possiamo noi sperare, determinando le forze che agiscono su ogni molecola in questo fenomeno elettrico di trovar la via alla misura dell'affinità chimica? » (1410).

Un' altra specie di scarica elettrica è quella detta a *pennacchio*. Vi sono molti modi di produrla. Si può ottenerla, ad esempio, congiungendo col conduttore principale della macchina elettrica un conduttore isolato che porta un'asta metallica di circa un terzo di pollice di diametro con l'estremità arrotondata o con una piccola sfera sopra di essa. Il pennacchio acquista dimensioni maggiori e bell' aspetto, se l' estremità del conduttore, ove si produce, sta in aria alquanto rarefatta (1425).

Una breve porzione della scarica ha la forma di un gambo luminoso un po' conico, alla cui estremità si apre un fiocco formato di raggi pallidi, che sembrano diffondersi vibrando con un leggero crepitio (1426).

È questa una scarica fra il conduttore e l'aria. Pare che la scarica cominci alla base e vada estendendosi a tutte le parti del pennacchio. Nel caso della scintilla il fenomeno è diverso perchè la polarizzazione delle particelle lungo la linea di scarica è presso a poco della stessa intensità e la scarica è quasi contemporanea lungo tutta la linea, mentre pare che nella scarica a pennacchio il fenomeno sia progressivo (1437). Si può riassumere le osservazioni fatte sulla scarica a pennacchio dicendo ch' essa è una scintilla verso l' aria, una

diffusione di forza elettrica nella materia non per conduzione, ma per scariche discontinue, una scintilla diffusa, che va da un conduttore a corpi isolanti e per ciò non serve a privare interamente il conduttore della carica che vi sta accumulata (1447).

Quando ad un conduttore, su cui si produce il pennacchio, s' accosta la mano oppure un conduttore arrotondato, i raggi del pennacchio s' inflettono in varii modi secondo le posizioni della mano o del conduttore e l'andamento di quei raggi mostra molto bene la forma delle linee d' induzione. Essi rappresentano queste linee come la limatura di ferro rappresenta le linee magnetiche. Essi mostrano che l' induzione s' esercita in linee curve attraverso i dielettrici e che le linee d' induzione reciprocamente si respingono (1449).

La serie decimaterza è una continuazione della precedente. Vi si descrivono anzi tutto molte esperienze fatte affine di esaminare come le lunghezze delle scariche che avvengono fra una sfera grande e una piccola dipendano dall' essere la sfera positiva più grande o più piccola dell' altra e dall' essere l' una di esse induttrice o indotta (1485-8).

Queste esperienze furono ripetute in diversi gas (1507).

All'esame delle due forme di scarica già accennate, la scintilla e il pennacchio, il Faraday aggiunge quello della scarica che si manifesta con una luce continua fosforescente che circonda il conduttore elettrizzato e si estende fino a poca distanza dalla superficie. La si ottiene impicciolendo la superficie di un conduttore positivo che dà il pennacchio (1527). Da un conduttore negativo non è facile averla nell'aria alla solita pres-

sione, bensì in aria rarefatta (1530). In certi casi di scarica elettrica nell' aria rarefatta si nota uno spazio oscuro in vicinanza del conduttore negativo. Sarebbe molto importante lo studio dei fenomeni che vi avvengono. In gas diversi la scarica oscura avviene in modo diverso, ed è questo un fatto favorevole alla teoria molecolare dell' induzione (1560). Concludendo i suoi studi sulle scariche elettriche nell' aria rarefatta il Faraday chiede se la scarica nell' aria o in altri isolanti non sia fenomeno essenzialmente identico al passaggio della elettricità nei conduttori e se i due fatti non sieno agli estremi di una scala di fenomeni, dall' uno dei quali si possa passare all' altro per gradi (1561).

La induzione si esercita anche attraverso il vuoto? Come spiega questo fatto la teoria molecolare?

« La mia teoria », dice il Faraday, « non può per ora risolvere con precisione tale questione. Mancano l' esperienze in ispazi privi di materia... Ammesso però che un vuoto perfetto esista sulla via delle linee di induzione, la mia teoria non esclude che le particelle materiali, poste ai confini d' un tal vuoto, operino le une sulle altre. Supposto che possa esistere una particella elettrizzata nel centro d' uno spazio vuoto d' un pollice di diametro, secondo ciò che io penso presentemente, non c' è ragione per non ammettere che la particella eserciti un'azione sulle particelle che formano la superficie interna di quella sfera alla distanza di mezzo pollice secondo la legge del quadrato della distanza. Se lo spazio fosse pieno di sostanza isolante, la particella non agirebbe più direttamente sulle particelle della parete, ma solo di particella in particella in modo indiretto e tutta la sua forza andrebbe impiegata nella polarizzazione » (1616).

La memoria contiene poi alcune considerazioni sulle

proprietà della corrente elettrica. Vi si fa principalmente notare come nessuno effetto della corrente possa considerarsi spettante ad nna specie di elettricità piuttosto che all' altra.

Gli è in questo punto che parlando delle esperienze sulla supposta unipolarità, cioè sulla proprietà che avrebbero certi corpi, di condurre una sola specie di elettricità, il Faraday avverte che, non conoscendo egli la lingua tedesca, gli riusciva impossibile di render giustizia agli autori di tante importanti memorie pubblicate sulla elettricità in Germania (1635). « In questa occasione », egli dice, « faccio anche cenno d' un altro fatto che mi rattrista e che mi fa apparire ingiusto rispetto agli altri sperimentatori, voglio dire l' indebolimento della mia memoria che cominciò alcuni anni sono. Mi avviene talvolta che leggendo uno scritto, mi ricordo soltanto allora d'averlo già letto prima. Mi sarebbe stato invece tanto utile e piacevole il ricordarmene a tempo giusto e ne avrei potuto parlare nel corso de' miei lavori ».

Questa memoria si chiude con alcune considerazioni teoriche. « Io ho cercato a lungo e cerco ancora di scoprire un effetto o uno stato, il quale rispetto all' elettricità statica sia ciò che è l' effetto elettromagnetico per la corrente perchè nel modo stesso che le linee di scarica hanno un effetto trasversale, mi pareva impossibile che le linee di induzione, che sussistono prima che avvenga la scarica, non dovessero avere un corrispondente effetto trasversale » (1658).

« Secondo la bella teoria dell'Ampère la forza trasversale d'una corrente può venire spiegata con l' attrazione di elementi di corrente dello stesso senso e con la ripulsione di elementi di corrente di senso opposto. Non potrebbe darsi che una forza trasversale della elet-

tricità statica si palesasse nella tensione laterale o ripulsione delle linee d' induzione? Se poi una scarica avviene fra due corpi, che prima agivano per induzione l' uno sull' altro, le linee d' induzione diventano allora più deboli e spariscono, e siccome la loro ripulsione si attenua, esse si ravvicinano e si riducono alle linee di scarica. Non potrebbe questo fatto essere identico con quello dell' attrazione delle correnti di egual senso? Il passaggio dell' elettricità dallo stato statico a quello di moto e la trasformazione della tensione laterale delle linee d' induzione nell' attrazione laterale delle linee di scarica non potrebbero essere due fenomeni legati fra loro e consimili? » (1659).

« I fenomeni d' induzione fra correnti, ch' ebbi la fortuna di scoprire alcuni anni sono, possono forse costituire un anello nella serie di questi fatti. Se una corrente comincia, essa tende a produrre nei corpi vicini una corrente di senso opposto e se quei corpi son conduttori e le condizioni son favorevoli, la corrente in fatto si produce. Quando la corrente principale cessa, essa tende invece a produrre una corrente nello stesso senso. Benchè questi effetti ci si manifestino solamente nei corpi conduttori, è probabile che anche nei corpi isolanti si produca qualche simile effetto. Io mostrai in più casi che i fenomeni, i quali avvengono nei conduttori e negli isolanti differiscono per il grado, non per l' essenza, ed è quindi probabile che ciò che opera su un conduttore, non sia senza effetto sopra un isolante e forse vi produca quello stato, che chiamai elettrotonico » (1661).

« Il pensiero che esista un anello tuttora ignoto nella serie dei fenomeni elettrici, mi spinge a queste considerazioni. Lo stesso pensiero mi spinse a far molte esperienze, nelle quali dei dielettrici di diversa capacità

specifica venivano attraversati dalle linee magnetiche di forza, stando tra poli magnetici o tra fili percorsi da corrente. Sperimentai in questo modo sia facendo movere quei corpi, sia tenendoli fermi, ma non potei osservare alcuno degli effetti cercati: io sospetto però che la sensibilità dei mezzi di osservazione non fosse sufficiente in queste esperienze e penso di rifarle » (1662).

« Io credo che la questione si possa formulare così: I principii generali della teoria dell' induzione elettrostatica possono essi applicarsi anche alle azioni trasversali delle correnti? Due correnti stanno esse in mutua relazione soltanto mediante lo stato d'induzione prodotto nelle particelle materiali interposte, oppure vi è qualche altra qualità o condizione che si trasmette come la gravità a distanza e non opera per mezzo delle particelle materiali interposte? » (1663).

« Se tale è il caso, l' azione diretta e la trasversale della elettricità sulla materia sarebbero essenzialmente diverse, perchè la prima, se io non m'inganno, dipenderebbe dalle molecole contigue e l' altra no » (1664).

La serie quattordicesima (21 Giugno 1838) tratta degli stessi argomenti delle precedenti. Nei primi paragrafi la teoria dell'induzione statica viene riassunta e all'ipotesi fondamentale viene data forma più precisa.

« Le particelle dl un dielettrico soggetto ad induzione possono essere assomigliate a tanti piccoli aghi magnetici o a tante particelle conduttrici isolate. Se lo spazio intorno ad una sfera elettrizzata fosse occupato da un miscuglio di un isolante come olio di trementina o d'aria e di piccoli conduttori sferici, come pallini di piombo a piccole distanze gli uni dagli altri e isolati,

lo stato e gli effetti di questi pallini sarebbero esattamente eguali a quelli delle particelle d'un dielettrico secondo la mia teoria. Se la sfera fosse elettrizzata, tutti quei pallini si polarizzerebbero, e, quando la sfera si scaricasse, tornerebbero allo stato naturale » (1679).

É una proprietà molto notevole dell'elettricità quella che le due forze elettriche esistono sempre in eguale misura. Possiamo riscontrar questo fatto in due casi, nei quali quelle due forze, l'una rispetto all'altra, si trovano in condizioni diverse. Vediamo un caso in un conduttore isolato che è allo stato naturale, vediamo l'altro nel fenomeno d'induzione (1681).

Si può far in modo che anche nel caso dell'induzione non s'abbia alcun effetto elettrico esterno. Prendiamo una bottiglia di Leida carica. La sua armatura esterna sporga alquanto oltre l'interna. La prima sia congiunta al suolo. Togliamo l'asta conduttrice che mette all'armatura interna e serve a caricarla. Le due cariche agiscono l'una sull'altra attraverso il vetro e si equivalgono perfettamente. Una pallina di prova portata a contatto con le armature non si carica. Ma se, isolata l'armatura esterna, si rimette a posto, tenendola isolata, l'asta dell'armatura interna, quest'asta appare elettrizzata e carica la pallina. Anche l'armatura esterna dà segni di elettricità opposta ed esercita induzione sui corpi circostanti (1682).

Tutto ciò è conforme alla teoria. Finchè la carica interna non poteva agire sulla esterna se non attraverso il vetro, le due elettricità erano in quantità eguali e non si produceva alcuna induzione verso l'esterno. Tostochè l'armatura interna venne fatta più grande con l'aggiunta dell'asta, questa potè agire attraverso l'aria sui corpi esterni, la tensione delle particelle polarizzate del vetro per la tendenza che hanno a ritornare nello

stato naturale, dovette un po' diminuire e una parte della carica interna dovette portarsi sull'asta e agire sui corpi esterni attraverso l'aria, mentre una parte della carica esterna fatta libera parimenti agiva attraverso l'aria verso l'esterno (1683). L'espressioni *carica libera* ed *elettricità vincolata* conducono ad idee erronee, se si ammette che l'una agisca diversamente dall'altra. La carica di un corpo elettrizzato, che sta nel mezzo d'una stanza, si trova rispetto alle pareti nella stessa relazione come la carica interna d'una bottiglia rispetto all'armatura esterna. L'una non è nè più libera, nè più vincolata dell'altra, e se noi qualche volta vediamo apparire dell'elettricità dove prima non ce n'era, come appunto avviene nel caso ora descritto sull'armatura esterna d'una bottiglia di Leida, quando noi, essendo la bottiglia isolata, tocchiamo l'armatura interna, ciò proviene puramente dal fatto che facciamo volgere piuttosto in un senso che in un altro una parte dell'azione induttiva: ma il modo di agire delle forze non muta menomamente (1684).

Benchè le particelle sotto l'azione di forze, che probabilmente sono molto intense, si possano polarizzare in ogni direzione, ciò non toglie che una particella possa venir polarizzata in una direzione più facilmente che in un'altra o che delle particelle simili le une alle altre presentino in questo fenomeno delle diversità. « Io cercai con gran fatica qualche prova di ciò valendomi di corpi cristallizzati, come tormalina e boracite, e io speravo anche di trovare una relazione fra la polarità elettrica e la cristallizzazione o la coesione » (1689). Ma l'esperienze non confermarono le previsioni. Come s'è detto altrove, il Boltzmann verificò più tardi l'esattezza delle supposizioni del Faraday.

Altre esperienze descrive il Faraday, ch' egli fece per risolvere la questione già menzionata nella precedente memoria, se l' azione elettromagnetica della corrente, come l' azione induttiva dell' elettricità statica, si trasmetta per mezzo delle particelle materiali intermedie.

L' esperienze furono contrarie a questa ipotesi. In alcune di tali esperienze egli si servì di tre spirali piatte. Due di queste spirali erano disposte parallelamente l'una all' altra ad una piccola distanza. Esse erano congiunte fra loro e con un galvanometro, in modo che se in una terza spirale posta nell' intervallo si faceva ad un tratto passare una corrente, le correnti indotte prodotte nelle due spirali si elidessero perfettamente. Ora se tra la spirale induttrice e una delle indotte s' interponeva un disco di rame e di solfo, nessuna differenza appariva nei risultati. Quest' esperienze erano dunque contrarie all' ipotesi che l' induzione magnetoelettrica, come l' induzione elettrostatica, si trasmetta nei corpi di particella in particella (1726). Ma quella ipotesi pareva sempre probabile al Faraday. « Io ho creduto da lungo tempo » egli dice « che i corpi isolanti dovessero assumere (nell' induzione elettromagnetica) uno stato speciale corrispondente a quello dei corpi percorsi da corrente e, se si pensa che quei corpi sono isolanti, si può credere che quello sia uno stato di tensione. Io ho cercato di rendere palese questo stato ponendo dei corpi isolanti in vicinanza di magneti rotanti e producendo improvvisamente o interrompendo delle forti correnti intorno ai corpi isolanti o vicino ad essi, ma non ebbi mai alcun effetto. Siccome quello stato per la debole tensione delle correnti usate deve aver pure tensione molto piccola, può darsi che esso esista e che, quantunque io non sia riuscito a metterlo in chiaro,

ciò possa riuscire ad uno sperimentatore più abile » (1728).

Enrico Hertz nel 1888 confermò con le sue famose esperienze le previsioni del Faraday.

« La risoluzione della questione sulla identità o diversità delle due forme di forza e la determinazione delle loro mutue relazioni son cose estremamente importanti. La questione sembra pienamente accessibile allo sperimentatore e promette un gran premio a chi la risolverà » (1732).

La decimaquinta serie tratta dei fenomeni elettrici prodotti da un ginnoto, su cui il Faraday ebbe agio di sperimentare. Essa fu letta alla Società reale nel Dicembre 1838. Descritti gli effetti diversi, fisiologici, galvanometrici, chimici avuti dalla scarica, il Faraday cerca di valutare in via approssimativa la quantità di elettricità messa in movimento dal ginnoto e studia la intensità degli effetti che provava quando collocava le mani in posizioni diverse entro l' acqua della vasca, dove stava l' animale.

Considerando che l' organo elettrico dei pesci elettrici non è intimamente legato con gli organi che sono essenziali alla vita, osservando la relazione anatomica di quegli organi col sistema nervoso, il palese esaurimento dell' energia nervosa che segue la scarica elettrica, il rapporto costante che sembra esistere fra la elettricità sviluppata e la forza nervosa consumata, la costante direzione della corrente elettrica rispetto alla direzione pure costante che possiamo attribuire alla corrente nervosa, si sarebbe indotti ad ammettere che facendo passare attraverso il corpo dell' animale della elettricità in senso opposto a quello, in cui avviene la

scarica, si possa compensare almeno in parte ciò che l' animale consuma nella scarica. Avverrebbe in tal caso una conversione di forza elettrica in forza nervosa simile a quella che avviene fra calore ed elettricità nelle coppie termoelettriche o fra elettricità e magnetismo nei fenomeni di elettromagnetismo (1790).

« L' idea che la forza nervosa sia affine in qualche modo al calore, all' elettricità e al magnetismo potrà sembrare a qualcuno molto arrischiata. Io faccio questa ipotesi però soltanto per dare una base all' esecuzione di certe esperienze che a seconda dell' esito potranno dar norme ad altre previsioni. Quanto alla natura della forza nervosa, quella manifestazione di essa, che percorre i nervi fino agli organi che vengono eccitati, non è il principio stesso vitale e per ciò non vedo alcuna ragione, che impedisca di determinarla e d'osservarla. Parecchi scienziati credettero che essa consistesse in elettricità..... Benchè io non mi sia ancora convinto con i fatti che il fluido nervoso sia elettricità, io credo però che ciò che opera nel sistema nervoso sia una forza inorganica e.... stia nel dominio degli studi sperimentali » (1791).

La sedicesima serie (23 Gennaio 1840) ha per argomento l' origine della elettricità nella pila del Volta. « La teoria del contatto è quella del Volta stesso, del grande inventore della pila, quella che fu poi sostenuta da un esercito di scienziati, dal Pfaff, dal Marianini, dal Fechner, dallo Zamboni, dal Matteucci, dal Karsten, dal Bouchardat e, in quanto riguarda la prima eccitazione della forza, anche dal Davy, vale a dire da splendidi astri delle regioni sublimi della scienza. La teoria chimica fu dapprima enunciata dal Fabroni, dal Wol-

laston e dal Parrot, poi fu promossa e sviluppata dall'Oersted, dal Becquerel, dal de la Rive, dal Ritchie, dal Pouillet, dallo Schönbein e da molti altri. Fra questi va specialmente menzionato il Becquerel » (1797).

Il Faraday s' era già in una memoria precedente (serie VII) dichiarato fautore della teoria chimica, ma vista l' importanza dell' argomento, gli parve opportuno riprenderne lo studio. Le prime esperienze descritte nella sedicesima memoria sono dirette a dimostrare che in un circuito di buoni conduttori, in parte metallici, in parte liquidi, benchè vi sia un contatto metallico, la cui forza elettromotrice dovrebbe dare origine a una corrente perchè non contrastato da altri contatti della stessa natura, pure non si produce corrente finchè non v' è azione chimica in un punto, dove un liquido sta a contatto con un metallo. In una di queste esperienze due vasi vicini contenevano una soluzione concentrata di solfuro di potassio, soluzione che lasciava passare anche una corrente prodotta da una forza elettromotrice debolissima. In un vaso le lamine metalliche erano ambedue di platino: nell' altro una era di platino, l'altra di ferro. Quest' ultima si portava a contatto con una delle lamine di platino dell' altro vaso: poi si chiudeva il circuito congiungendo con un filo metallico le due lamine di platino che restavano libere. In questo circuito esisteva un contatto metallico tra platino e ferro, ma non si aveva corrente (1829).

« Un seguace della teoria del contatto potrebbe dire che gli elettroliti adoperati in queste esperienze si comportano come metalli, vale a dire che al loro contatto con gli elettrodi si sviluppa una forza elettromotrice tale, che la somma totale delle forze elettromotrici del circuito si riduce a zero. Ma dove sono le misure di forze elettromotrici, che giustificano tale supposizione? » (1860).

Bisogna quindi fare una nuova ipotesi per mettere d' accordo la teoria coi fatti.

« La teoria del contatto ammette invece che non si verifichi per gli elettroliti la legge che vale per i metalli. Ora perchè la soluzione di solfuro potassico usata in questa esperienza dovrebbe fare eccezione ? Essa non ha alcuna somiglianza con i metalli, pare che essa non conduca se non vien decomposta, è un ottimo elettrolito, che, quando agisce chimicamente, produce forti correnti : per tutte queste proprietà essa si allontana dai metalli e somiglia agli acidi o alle soluzioni saline, che si adoperano comunemente come elettroliti. » (1861). E sostituendo al solfuro potassico l' acido nitrico o anche una soluzione di idrato potassico, i risultati non mutano (1862). La teoria del contatto è dunque costretta a far delle eccezioni per queste sostanze a modificarsi e a storcersi per adattarsi ai fatti: essa non può stabilire dei principii generali, nè prevedere ciò che avverrà nell' esperienze : essa non è atta ad indicare un solo caso di corrente prodotta senza azione chimica (1865).

Altre esperienze fece il Faraday allo stesso fine componendo delle coppie, nelle quali il liquido era una soluzione di solfuro potassico, uno dei metalli era platino e l'altro era diverso nelle diverse esperienze. L'esperienze mostrarono che la corrente si produce soltanto quando v' è azione chimica.

La serie successiva è una continuazione della precedente. L' esperienze, che vi sono descritte, vennero specialmente eseguite affine di mostrare che il calore promove la corrente in una combinazione voltaica quand'esso favorisce l'azione chimica ed è inefficace in ogni

altro caso. « I fenomeni termoelettrici vennero addotti », dice il Faraday, « a favore dell' attività elettromotrice dei metalli posti a contatto. Ma un breve esame basta a mostrare quanto debole sia l' appoggio che la teoria del contatto trova in quei fatti » (2054).

Se le correnti termoelettriche e le voltaiche avessero origine le une e le altre nel contatto vi dovrebbe essere analogia fra le due classi di fenomeni. Il Faraday mostra come quest' analogia non esista: cita l' esempio dell' antimonio e del bismuto, che stanno agli estremi della scala termoelettrica, e sono prossimi nella scala voltaica, dove trovansi presso al punto di mezzo. Qualche metallo, che in una delle scale è positivo rispetto ad un altro, è negativo rispetto a questo nell' altra scala.

In una coppia termoelettrica vediamo che lo sviluppo di fòrza elettrica corrisponde al consumo d' un altra forma di forza, cioè del calore, e che il fenomeno si può invertire come mostrò il Peltier. Ma la forza di contatto trae qualche cosa dal nulla (2062).

« La teoria ammette che quando due metalli eterogenei (o in generale due corpi) si toccano, le particelle che vengono a contatto, operino le une sulle altre, e assumano stati elettrici opposti. Io non nego che ciò possa avvenire, anzi sono persuaso, che in molti casi una tale azione si produca fra le particelle di due corpi che vengono a contatto e che tale sia, ad esempio, la azione che precede i fenomeni chimici ordinari, come pure la combinazione chimica, che dà origine alla corrente nella coppia del Volta (2066). Ma la teoria del contatto ammette che le particelle le quali possono assumere per effetto di mutua azione stati elettrici opposti, possano anche dar origine fra esse ad una scarica, e rimaner tuttavia tali quali erano prima... » (2067).

Questa teoria ammette che una forza, la quale è atta a vincere grandi resistenze..., possa sorgere dal nulla, che senza consumo di una forza produttrice possa ottenersi una corrente, la quale prosegue indefinitamente a passare attraverso un circuito resistente e si arresta soltanto, come nella coppia voltaica, in conseguenza delle alterazioni, che essa stessa vi ha prodotto. Questa sarebbe veramente una *creazione di forza* e sarebbe un unico esempio in natura. Noi conosciamo molti casi di trasformazione di forze. Così possiamo trasformare la forza chimica in corrente elettrica e questa in quella. « Le belle esperienze del Seebeck e del Peltier mostrano che calore ed elettricità possono del pari tramutarsi reciprocamente, quelle dell' Oersted e le mie dimostrano lo stesso fatto per l'elettricità e per il magnetismo, ma in nessun caso e nemmeno in quello dei pesci elettrici si osserva produzione di forza senza corrispondente consumo di qualche cosa, che la mantenga » (2071).

Fra la serie decimasettima e la decimottava corse un intervallo di tre anni, fatto necessario dallo stato di salute del Faraday. La serie decimottava, presentata alla Società Reale nel Gennaio 1843, tratta della produzione dell'elettricità mediante l'attrito dell'acqua e del vapore contro altri corpi.

Tre anni prima l' Armstrong aveva descritto una esperienza, nella quale il vapor d'acqua uscendo sotto forte pressione nell'aria produceva molta elettricità. Si attribuì il fenomeno all'evaporazione dell'acqua; ma il Faraday già fin dal 1842 aveva cominciato a cercare la vera origine di quell'elettricità. Egli ben presto si convinse che il cangiamento di stato non vi aveva alcuna parte. Lo sviluppo di elettricità dipende unicamente

dall'attrito delle particelle di acqua, che il vapore trasporta, contro le pareti del tubo, che esso percorre nell' uscita, o contro i corpi, che si oppongono all' efflusso.

L' acqua, che, trasportata dal vapore, sfregando un corpo solido produce elettricità, dev'esser pura e propriamente non deve avere troppa conducibilità elettrica: basta una piccola quantità di sale sciolta nell' acqua, che il vapore trascina con sè, perchè sparisca ogni traccia di elettricità (2091). Sperimentò poi il Faraday con un gran numero di corpi, opponendoli al getto in forma di fili o di pezzetti sostenuti da corpi isolanti e tenendoli in comunicazione con un elettrometro. Tutte le sostanze messe alla prova si elettrizzavano negativamente, ma non tutte nello stesso grado. Queste differenze vanno attribuite oltre che ad nna specifica proprietà di assumere lo stato elettrico negativo, alla diversa conducibilità e alla diversa attitudine ad assorbire la umidità. Queste proprietà come pure la grandezza e la forma dei corpi usati influiscono sulle indicazioni dell'elettrometro. Con l'avorio non si osservò che una minima carica elettrica (2099).

Se il tubo d' efflusso del vapore della caldaia si fa di metallo, di vetro o di legno, il vapore diventa positivo e la caldaia negativa. Se quel tubo si fa d'avorio, la caldaia assume una carica appena sensibile e il vapore non appare elettrizzato. Questo fatto non è solo importante perchè dimostra che la vaporizzazione non produce per sè elettricità, ma anche perchè dà modo d' avere un getto di vapore non elettrizzato. Gli è in un tal getto che venivano collocate le varie sostanze per vedere se si elettrizzavano e con qual segno (2102).

Mescolando al getto di vapore che esce dalla caldaia per un tubo metallico, dell' olio di trementina, il

getto, che era prima positivo, diventa negativo e tale rimane finchè non sia esaurito quel liquido, dopo di che ritorna positivo. Molti olii fanno lo stesso effetto di quello di trementina. Invece il solfuro di carbonio, la naftalina, la canfora, lo zolfo producono l' effetto opposto.

L'esperienze fatte di poi con getti d'aria mostrarono che l'aria secca è inetta a produrre elettricità sfregando contro il legno, l'ottone, ecc., come è inetto il vapor d'acqua solo, cioè senz'acqua: invece l'aria comune non essiccata produceva degli effetti consimili a quelli del vapore misto ad acqua (2132).

Il secondo periodo delle scoperte del Faraday comincia nel 1845. Nel fascicolo di Luglio del « Phil. Magazine » di quell'anno egli inserì una nota, dove descrisse l' esperienze fatte per esaminare se il cobalto potesse perdere col riscaldamento le proprietà magnetiche, come il ferro ed il nichel. Già alcuni anni prima e propriamente nel 1836 e nel 1839, egli aveva creduto di poter concludere che il cobalto non perdeva quelle proprietà, ancorchè fortemente riscaldato. Le nuove esperienze mostrarono invece che il cobalto, portato ad un' alta temperatura, perde quasi improvvisamente le proprietà magnetiche. Pareva poi probabile al Faraday che tutti i corpi, convenientemente raffreddati, diventassero magnetici. L'esperienze ch'egli eseguì sopra parecchie sostanze, non furono favorevoli a quel concetto. L'esperienze ulteriori fatte con altri metodi e con mezzi molto più efficaci lo condussero a conclusioni molto diverse.

La serie decimanona, che ha la data del Novembre 1845, è una delle più importanti. Essa ha per titolo « La magnetizzazione della luce e la illuminazione delle linee magnetiche di forza ». Questo titolo fu giudicato da parecchi poco opportuno e il Faraday credette necessario di giustificarlo specialmente rispetto all'espressione, in vero non bene scelta, « illuminazione delle linee di forza ». Il Faraday per chiarire il suo concetto aggiunse alla memoria una nota scritta al momento della stampa. Benchè la nota sia poco convincente e sia oscura, è opportuno qui riferirla.

« Il titolo di questa memoria, come son venuto a sapere, condusse in errore più d'uno intorno all'argomento della memoria stessa e per ciò mi permetto di aggiungere queste spiegazioni. Senza esprimermi a favore dell' una o dell' altra ipotesi intorno alla natura della luce e considerando che noi, per quanto io stimo, non ne sappiamo di più intorno a un raggio di luce di quanto sappiamo intorno ad una linea di forza magnetica, o elettrica, o di gravitazione, non più di ciò che osserviamo negli effetti prodotti da quelle linee e dal raggio di luce nei corpi, io credo che nell'esperienze descritte in questa memoria la luce soffre un' alterazione dal magnetismo, vale a dire che ciò che è magnetico nelle forze della materia viene modificato e modifica ciò che è magnetico nella forza della luce. Con la parola *magnetico* io indico in generale le manifestazioni del magnetismo, si presentino esse nei corpi magnetici o nei diamagnetici. Si volle intendere l'espressione *illuminazione delle linee magnetiche di forza,* come se io avessi rese luminose quelle linee. Io intesi dire solamente che le linee magnetiche di forza venivano illuminate come la terra viene illuminata dal sole o il reticolo di un cannocchiale da una lampada. Col mezzo d' un raggio

di luce noi possiamo seguire con l'occhio la direzione delle linee di forza che penetrano in un corpo e modificando il raggio e i suoi effetti sull'occhio, possiamo vedere l' andamento di queste linee come quello d' un filo di vetro o d' altra sostanza trasparente, che venga resa visibile dalla luce. In questo senso, che risulta chiaramente dal testo della memoria, usai la parola *illuminazione* ».

S' è veduto come fin da' suoi primi studi sperimentali il Faraday tendesse a dimostrare la connessione che a suo parere doveva esistere fra le varie cause dei fenomeni fisici. La scoperta dell' induzione magnetoelettrica era stata un trionfo di questa sua convinzione, ma egli non aveva mai potuto dimostrare una relazione fra l'elettricità e la luce o fra il magnetismo e la luce.

Quando il 30 Agosto 1845 riprese il lavoro sperimentale dopo lungo intervallo, volle affrontare ancora una volta quel problema che altre volte aveva dovuto abbandonare senza frutto. Volle ancora vedere se attraversando un elettrolito percorso da corrente la luce polarizzata soffrisse qualche modificazione.

Se con un prisma del Nicol o con altro mezzo adatto si modifica la luce ordinaria in maniera che le vibrazioni avvengano tutte in un medesimo piano, si sa che facendo cadere questa luce sopra un altro prisma del Nicol, si può dare a questo tal posizione, facendolo rotare intorno alla direzione del raggio, che la luce venga interamente trattenuta. Il primo prisma si dice polarizzatore, il secondo analizzatore. Allora l'osservatore, applicando l'occhio al secondo prisma, non riceve luce. Ora, se dopo aver disposto le cose in tal modo, nell' intervallo fra il prisma polarizzatore e l'analizzatore si mettono dei dischi sottili di certi cristalli o anche certi liquidi, come soluzioni di zucchero, olio di tre-

mentina, ecc., la luce subisce attraversandoli una tale modificazione da diventare atta a passare attraverso l'analizzatore. Girando questo si può però trovare una altra sua posizione, nella quale la luce vien trattenuta dall'analizzatore medesimo. Si dice che quelle sostanze fanno rotare il piano di polarizzazione della luce che le attraversa. Alcune lo fanno girare in un senso, altre in senso opposto.

Nel registro di laboratorio del Faraday con la data d'uno degli ultimi giorni dell'Agosto 1845 sta scritto:

« Mi ho fatto fare un truogolo di vetro lungo 40 pollici, largo 1 pollice, alto 1 $^1/_2$ per farvi passare la corrente attraverso liquidi e durante l' elettrolisi farli attraversare da un raggio di luce ed esaminare l'effetto ».

Nel truogolo, che conteneva una soluzione di solfato di sodio, erano immersi due elettrodi di platino, ma non si vide che il passaggio della corrente modificasse menomamente la luce. Il Faraday lavorò per dieci giorni con questo apparecchio, usando acqua distillata, soluzioni di zucchero, di acido solforico, di solfato sodico, di solfato di rame. La corrente aveva la stessa direzione dei raggi in alcune esperienze, in altre le due direzioni erano perpendicolari l'una all'altra. La luce veniva polarizzata con uno specchio di vetro nero e il piano di polarizzazione venne mutato in più modi e anche fatto girare. Si adoperarono correnti continue e correnti intermittenti o alternate, ma sempre invano (1).

Il Faraday passò allora ai dielettrici solidi per vedere se quand'essi fossero assoggettati a forti azioni elettriche induttive agissero in qualche modo sulla luce.

---

(1) Thompson S. op. cit. cap. V.

Se così fosse avvenuto, la luce avrebbe servito come un mezzo d' indagine per esaminare le alterazioni molecolari prodotte nei dielettrici dalle forze elettriche.

Già nel 1838 aveva tentato la stessa esperienza con un cubo di vetro, a due faccie opposte del quale aveva applicato due fogli di stagnola. Aveva caricato oppostamente le due armature usando una forte macchina elettrica, ma non aveva potuto osservare che la luce, la quale attraversava il cubo, venisse menomamente modificata per effetto dell' induzione elettrica. Riprendendo l'esperienza adoperò molti dielettrici cristallini e non cristallini; cristallo di rocca, dolomite islandica, flint, olio di trementina, aria, ma sempre invano.

Il Kerr trent' anni dopo scoprì l' effetto che il Faraday cercava, ma era necessario che i mezzi d' indagine dei fenomeni elettrici s' accrescessero e si perfezionassero molto: al che i lavori del Faraday stesso contribuirono grandemente.

Giunto a quel punto egli lasciò le azioni elettriche e si volse al magnetismo e ottenne quel buon successo che fino allora gli era stato negato.

Nel registro di laboratorio così è descritto il primo tentativo fortunato.

« 13 Settembre 1845 »

« Oggi lavorai con le linee di forza magnetiche facendole passare attraverso diversi corpi, e feci passare attraverso questi un raggio di luce polarizzata. Esaminai poi il raggio con un prisma del Nicol e con altri mezzi. Mi servii di elettrocalamite. La corrente era data da cinque coppie Grove ».

Aria, flint, cristallo di rocca, spato calcare furono sottoposti alla prova, ma invano. E così per tutto il giorno egli tentò l'esperienza con altre sostanze, mutò la direzione del raggio rispetto a quella delle linee di

forza, ma senza frutto. Alla fine gli venne in mente di mettere alla prova quel vetro pesante, contenente borato di piombo, che aveva preparato nel 1822 quando era stato incaricato di perfezionare la fabbricazione dei vetri da adoperarsi negli strumenti ottici. « Un pezzo di questo vetro, che aveva le dimensioni di 2 pollici, 1, 8 e 0,5 fu adoperato. Non si vide alcun effetto finchè alle due faccie opposte del vetro erano applicati poli eguali o poli di nome opposto, e nemmeno quando alla stessa faccia erano applicati poli eguali, nè facendo passare continuamente la corrente, nè interrompendola. Ma quando poli magnetici opposti furono applicati alla stessa faccia, si palesò un'azione della forza magnetica sul raggio luminoso ».

Le condizioni, in cui l' esperienza riuscì, furono queste. Essendo i due poli magnetici l' uno accanto all'altro a poca distanza, e le due superficie polari nello stesso piano orizzontale, il pezzo di vetro venne appoggiato su esse in modo che un' estremità stesse su l' una e l' altra sull' altra. Il raggio polarizzato fu fatto passare attraverso il vetro orizzontalmente in direzione paralella alle linee di forza. Se quando l' elettrocalamita non era attiva, si disponeva il prisma di Nicol analizzatore in modo che la luce fosse estinta, tostochè si chiudeva il circuito della corrente magnetizzante, la luce appariva. Occorreva girare il prisma di Nicol d'un certo angolo per estinguere novamente la luce. L'effetto però nelle prime esperienze era tanto debole che fu necessario ricorrere ad elettrocalamite più forti. Allora anche alcune sostanze che prima non avevano mostrato alcun effetto, si comportarono come il vetro pesante. Una lamina sottilissima d'oro venne dal Faraday sottoposta alla stessa prova, ma senza effetto (2182). Il Kundt parecchi anni più tardi scoprì l'effetto del magnetismo

sopra la luce che attraversa lamine sottilissime trasparenti di ferro, di cobalto o di nichel.

Il 3 Ottobre il Faraday esaminò se la luce riflessa da superficie metalliche veniva modificata quando tutto ad un tratto si produceva intorno al metallo un forte campo magnetico. Nella luce riflessa da un bottone di acciaio gli parve di veder indizii di rotazione del piano di polarizzazione, ma non potè mettere in sodo la cosa, e gli sfuggì il fenomeno che fu poi scoperto dal Kerr.

Racconta il Thompson che dopo aver scoperto che il magnetismo agiva sulla luce, il Faraday pensò di ottenere dalla luce il magnetismo. Il giorno 14 Ottobre 1845, egli espose al sole un'elica di filo di rame congiunta ad un sensibile galvanometro. I raggi solari avevano la direzione dell' asse dell' elica e illuminavano la superficie esterna di essa mentre lo spazio esterno era in ombra o illuminavano questo spazio mentre la superficie esterna era coperta. Nessuna corrente venne prodotta.

Pose egli di poi un nucleo d' acciaio non magnetizzato entro l' elica e lo fece rotare mentr' era esposto ai raggi solari. Non ottenne alcun effetto e il sole tramontò lasciandolo deluso.

« S' egli avesse vissuto più a lungo « dice il Thompson », e avesse veduto l' azione della luce sulla resistenza del selenio scoperta dal Mayhew, le correnti fotoelettriche del Becquerel, l' azione della luce ultravioletta sui corpi elettrizzati scoperta dal Hertz e l' azione ravvivante sul ferro appena smagnetizzato scoperta dal Bidwell, si sarebbe rallegrato nel vedere queste mutue relazioni fra i fenomeni ottici ed elettrici, benchè diverse da quelle ch' egli aveva cercato ».

Nella memoria che forma la decimanona serie, il Faraday descrive la grande scoperta, di cui s' è parlato. Egli descrive per prima l' esperienza fatta adoperando il vetro pesante come diamagnetico (1). Le linee di forza che passavano attraverso parecchie sostanze che furono esaminate di poi, davano a quei corpi l' attitudine ad operare in un certo modo sulla luce. Questa azione si verificava quando le linee di forza erano parallele al raggio: quando le linee erano ad esso perpendicolari non v'era alcun effetto. Se la sostanza sottoposta ad esperienza aveva già per sè la facoltà di far rotare il piano di polarizzazione, l' effetto del magnetismo si sovrapponeva semplicemente all' altro (2165).

Sostituendo alla calamita un' elica di filo di rame percorso da corrente, il Faraday stabilì la legge che se una corrente elettrica circola intorno ad un raggio di luce polarizzato, essa produce una rotazione del piano di polarizzazione del raggio intorno al suo asse nel senso stesso in cui circola la corrente e l' effetto dura finchè dura la corrente (2199). Questa regola concorda con quella trovata nel caso delle calamite se si considerano queste secondo l' ipotesi dell' Ampére (2200).

La rotazione risultò proporzionale alla lunghezza dello strato della sostanza attraversata dalla luce e resa attiva dal magnetismo (2201).

Sperimentando con parecchie sostanze, come olio di trementina, vetro pesante, flint, etc., il Faraday misurò l' intensità relativa degli effetti prodotti in esse (2215). Con l' aria non ebbe effetto alcuno (2212).

---

(1) Il Faraday definisce come diamagnetico in questa memoria un corpo che lascia passare le linee magnetiche d' induzione senza che per ciò assuma lo stato magnetico del ferro.

Segue poi nn rapido cenno degli inutili tentativi menzionati· più sopra fatti allo scopo di rintracciare l' azione dell' induzione elettrica sopra un raggio di luce che attraversasse un dielettrico trasparente (2217) o del passaggio d' una corrente sul raggio che attraversasse un' elettrolito (2219-20).

Intorno alla nuova scoperta il Faraday dice: « Così per la prima volta, come credo, fu messa in chiaro una vera e immediata relazione fra la luce e le forze magnetiche ed elettriche e così i fatti e le considerazioni che tendono a provare il legame esistente fra tutte le forze naturali e la loro comune origine, vengono grandemente avvalorate » (2221).

Di quell'espressione *per la prima volta* credette necessario dar ragione in una nota dicendo che i risultati della esperienza del Morichini, il quale aveva asserito che i raggi solari possono magnetizzare gli aghi di acciaio, probabilmente erano effetto di azioni secondarie anzichè di un' azione diretta della luce. Una nota aggiunta nel 1846 fa una riserva a favore dell' esperienze del Christie, il quale nel 1826 aveva pur creduto di osservare un' influenza della luce solare sulle calamite (1).

Vediamo alcune delle importanti considerazioni che il Faraday trae dalla sua nuova scoperta.

Le forze magnetiche operano sul raggio luminoso per mezzo della materia, non già in modo immediato. Di fatto l' effetto non si verifica nel vuoto, nell' aria,

---

(1) Il Christie aveva notato che le oscillazioni d'un ago magnetico si smorzano più rapidamente quando l'ago è esposto ai raggi solari. Così infatti succede, ma il fenomeno avviene del pari con una sbarra non magnetica e quando nell'aria si producano delle correnti scaldandola in modo che la sua temperatura non sia uniforme.

negli altri gas e l'angolo, di cui ruota il piano di polarizzazione è diverso per i diversi corpi (1). Il fatto. che l'azione delle forze magnetiche sul raggio luminoso è sempre della stessa natura e avviene sempre nel medesimo senso, qualunque sia la sostanza, sia essa solida o liquida (2), qualunque sia il suo potere rotatorio specifico, mostra che esiste una relazione diretta tra la forza magnetica e la luce, mentre d'altra parte il fatto che la materia è necessaria perchè il fenomeno avvenga, mostra che magnetismo e luce agiscono l'uno sull'altra per mezzo della materia (2224).

« Noi non conosciamo la materia che per le sue proprietà, ma non sappiamo nulla intorno al nucleo, cui attribuiamo quelle proprietà. Perciò questi fenomeni mi confermano nell'opinione, che espressi già prima d'ora sulla natura della materia » (2225).

Qui il Faraday allude ad una conferenza sulla costituzione della materia, ch'egli aveva tenuta alla « Royal Institution » nel Gennaio del 1844. Un sunto di tale conferenza trovasi in una lettera a Riccardo Taylor pubblicata nel « Phil. Magazine » di quell'anno (Vol. XXIV, p. 136). È opportuno darne un breve ragguaglio.

Il Faraday mette in chiaro dapprima le difficoltà che s'incontrano nello spiegare la conducibilità elettrica con la teoria atomistica ordinaria, cioè con l'ipotesi che l'atomo

---

(1) Il Kundt ed il Warburg dimostrarono nel 1878 (Wied. Ann. VIII.) che anche nei gas si produce la rotazione del piano di polarizzazione per effetto del magnetismo. Per osservare il fenomeno fu necessario comprimere fortemente i gas. La rotazione dipende dalla natura del gas e per uno stesso gas è proporzionale alla sua densità.

(2) Il Verdet nel 1858 mostrò che le soluzioni di parecchi sali di metalli magnetici fanno eccezione.

sia un piccolo corpo, il quale occupa un certo volume e non trovasi a contatto con gli altri atomi circostanti. « Se questa teoria è vera, « dice il Faraday » e se io devo considerare le particelle materiali e lo spazio che sta fra esse come due cose distinte, bisogna ammettere la continuità del solo spazio, perchè le particelle van considerate come separate le une dalle altre. Lo spazio penetra dunque tutte le masse materiali come una rete, ma invece delle maglie ha delle celle: essso isola ogni atomo dagli atomi vicini e per sè stesso è continuo. »

« Prendiamo un corpo isolante, per esempio la ceralacca. Se lo spazio fosse conduttore, la ceralacca dovrebbe condurre, perchè lo spazio dovrebbe fare l'ufficio d'un tessuto metallico. Lo spazio dunque non può essere conduttore. Ma non può essere nemmeno isolante perchè i metalli sarebbero isolanti. Una teoria che conduce a queste conseguenze dev'essere falsa ».

« Se si confrontano i diversi metalli rispetto alla conducibilità e al numero degli atomi contenuto nello stesso volume, non si trova che al maggior numero di atomi corrisponda la maggiore conducibilità ».

Paragonando allo stesso fine il potassio e l' idrato di potassio il Faraday fa notare come a parità di volume l' idrato di potassio contenga più atomi di potassio che non il metallo puro. Gli atomi di potassio son dunque nel metallo più lontani l' uno dall' altro che non nell' idrato. Eppure il metallo conduce meglio. Dovrebbe dunque lo spazio vuoto essere buon conduttore e ciò contrasta con quel che si è veduto rispetto alla ceralacca. « Poichè non si può evitare di far delle ipotesi, meglio è farne il minor numero possibile e per questo rispetto il concetto del Boscovich mi par preferibile a quello comune. Se chiamiamo *a* la particella materiale della teoria ordinaria spogliata delle sue forze e chia-

miamo *m* il sistema di queste forze, nella teoria del Boscovich *a* non esiste o si riduce ad un punto matematico, mentre secondo la comune teoria *a* è una porzione di materia immutabile, impenetrabile ed *m* è un' atmosfera di forza che la circonda ».

In molti casi, come nella cristallografia, nella chimica, nel magnetismo, ecc., queste due ipotesi non conducono a conclusioni diverse, ma in altri casi, come rispetto alla conducibilità elettrica, alla natura della luce, alle azioni del calore e della elettricità sulla materia, la differenza è molto grande.

« Torniamo in via d'esempio al potassio: come possiamo noi pensare che la sua conducibilità dipenda da qualche cosa di diverso dalle proprietà dello spazio, ossia da ciò che fu sopra indicato con *m*? Similmente le sue proprietà rispetto alla luce, al magnetismo, alla rigidità, alla durezza, al peso specifico devono provenire da *m* e non da *a*, che senza le forze va considerato come spoglio di ogni proprietà. Ma allora certamente *m* è la materia stessa del potassio... ».

« Per me il nucleo *a* sparisce e la sostanza consiste nelle forze *m*. Infatti quale idea possiamo noi farci del nucleo separato dalle sue forze? Tutto ciò che sappiamo dell' atomo, tutto ciò che possiamo imaginare intorno ad esso, si ristringe all' idea delle sue forze ».

« Può essere difficile a chi medita per la prima volta su questo soggetto di concepire le forze della materia separatamente da qualche cosa che esiste per sè e che si chiama materia, ma egli è certamente più difficile, anzi impossibile di rappresentarci la materia indipendentemente dalle forze. Noi conosciamo la forze e ne riscontriamo la presenza in ogni fenomeno, ma la materia astratta in nessuno. Perchè ammetteremmo noi l'esistenza di qualche cosa, di cui non

sappiamo nulla, di cui non sappiamo farci un' idea, di qualche cosa, il cui concetto non è necessario nelle nostre teorie? ».

Secondo la teoria del Boscovich la materia esiste da per tutto, non v'è spazio che non sia occupato da essa. Nei gas gli atomi si toccano veramente come nei corpi solidi. Gli atomi dell'acqua si toccano qualunque sia lo stato ch'essa assume; non v'è alcun spazio vuoto fra essi. Senza dubbio la mutua distanza dei centri di forza può variare, ma ciò che veramente è materiale in un atomo, tocca ciò che è pur materiale negli atomi vicini.

« La materia è quindi continua e noi non dobbiamo ammettere che fra un atomo e l'altro esistano intervalli. Le forze, che partono dai centri, prestano a questi le proprietà degli atomi materiali e queste proprietà si combinano fra loro se molti centri si trovano aggruppati e costituiscono le proprietà della materia. Con questa teoria spariscono tutte le difficoltà che s' incontrano con l'altra, quando si studia la conducibilità elettrica e l' isolamento ».

Invece di considerare gli atomi come duri e immutabili nella loro forma, si può ammettere ch' essi sieno grandemente elastici.... Quanto alla forma degli atomi, dobbiamo intendere per essa la distribuzione e intensità relativa delle forze. Se la forza intorno ad un centro è uniformemente distribuita in tutte le direzioni, si può ammettere per quell'atomo la forma sferica. Se la legge, secondo la quale la forza decresce al crescere della distanza, fosse diversa nelle diverse direzioni, la superficie d'eguale intensità potrebbe avere altra forma oppure le forze potrebbero essere così distribuite da dare polarità all'atomo o circolare intorno ad esso come si suppone che avvenga per gli atomi magnetici.

« Secondo la teoria, che qui sostengo come quella che esige meno ipotesi, gli atomi possono mutuamente penetrarsi... La mutua penetrabilità degli atomi mi sembra per più ragioni fornire un' idea più bella e altrettanto verosimile e filosofica della costituzione dei corpi, quando la si ponga a confronto con altre ipotesi, specialmente rispetto alla combinazione chimica ». Se un atomo di ossigeno e un atomo di potassio si combinano fra loro, l' ipotesi comune ammette che i due atomi si collochino l' uno accanto all' altro in una posizione che è facile a imaginarsi e che viene spesso descritta. Se però i due atomi sono due centri di forza, essi si compenetreranno e formeranno un solo atomo o una sola molecola con forze che saranno uniformemente distribuite all'intorno o risulteranno in generale dalla composizione delle forze dei singoli atomi. « Il modo, in cui due o più centri di forza si compenetrano e poi sotto l'azione di forze più intense si separano, si può molto bene comparare con la composizione di due onde di diversa velocità che per un tratto rimangono unite e poi si dividono ».

« Da questi principii deriva necessariamente la conseguenza, che la materia empie tutto lo spazio, o almeno tutta quella parte dello spazio, alla quale si estende la gravitazione, perchè la gravitazione è una proprietà della materia che dipende da una forza ed è appunto questa forza che costituisce la materia. Secondo questi concetti non solo la materia è penetrabile, ma ogni atomo si estende, per così dire, in tutto il sistema solare, mantenendo però sempre il proprio centro di forza. Ciò sembra di primo tratto accordarsi molto bene con gli studi matematici del Mossotti, che tendono a ridurre i fenomeni elettrici, molecolari, ecc. di gravitazione ad una sola forza della materia, come pure con l'antico motto « la materia non può operare dove non è ». Ma io

non ho l'intenzione di trattare di ciò o di applicare la ipotesi ai fenomeni luminosi o all'etere. Io volevo soltanto indicare certi fatti di conduzione elettrica e di combinazione chimica, che hanno molta importanza rispetto al concetto che dobbiamo farci degli atomi e della materia e contribuire così a separare ciò che veramente sappiamo intorno ai fondamenti della fisica, vale a dire i fatti e le leggi, da ciò che della scienza ha bensì l'aspetto, ma spesso contiene tanto in sè di ipotetico da costituire qualche cosa di affatto contrario alla vera scienza ».

Torniamo ora alle considerazioni generali che servono di chiusa alla decimanona memoria.

Non v'è dubbio che le forze magnetiche agiscono nello stesso modo sull'intima costituzione dei corpi diamagnetici anche se il raggio luminoso non esiste o se la sostanza è opaca (2226). La costituzione molecolare di quei corpi dev' essere diversa da quella del ferro e delle sostanze che si comportano com' esso rispetto al magnetismo: essa rappresenta un nuovo stato magnetico, e siccome questo è uno stato di tensione perchè cessa tosto quando l'induzione magnetica cessa, noi dobbiamo considerare la forza, che la materia possede in questo stato, come una nuova forza magnetica (2227).

Forse lo stato d'un corpo diamagnetico in tali condizioni è quello d' una tensione elettrica, che tende a produrre una corrente, mentre lo stato dei magneti secondo l'Ampère è quello d'una corrente. Se un nucleo di ferro dolce s' introduce in un' elica di filo di rame percorsa da corrente, abbiamo ogni ragione per credere che in quel nucleo vengano eccitate delle correnti elettriche, le quali giacciono in piani perpendicolari all'asse dell'elica. Se un corpo diamagnetico vien posto nel luogo del nucleo, esso acquista il potere di far girare il piano

di polarizzazione della luce. Lo stato assunto da questo corpo è uno stato di tensione, che però non ha dato origine a corrente, benchè la forza operante e tutte le altre circostanze e condizioni sieno quelle stesse, che nel ferro, nel nichel, nel cobalto e altre sostanze simili producono delle correnti. L' idea che in queste condizioni esista nei diamagnetici una tendenza a produrre correnti, è compatibile con tutti i fenomeni descritti e trova una conferma in ciò, che basta una variazione di temperatura per togliere le proprietà magnetiche al ferro, al nichel e al cobalto o farli passare nella classe dei diamagnetici » (2229).

« La teoria dell'induzione elettrostatica, che io osai enunciare, teoria, secondo la quale questo fenomeno dipende dalle azioni delle particelle interposte fra i conduttori, mi fece supporre che anche nel caso delle azioni magnetiche si riscontrasse una simile influenza delle particelle interposte, e sette anni sono pubblicai alcune esperienze e considerazioni sull' argomento. Allora non avevo potuto scoprire uno stato speciale del corpo interposto, ma ora, dopo che mi riuscì di mettere in chiaro questo stato, che non soltanto è uno stato di tensione, ma dipende anche interamente dalle linee di forza magnetiche che attraversano la sostanza, io mi sento incoraggiato a credere alla giustezza della mia opinione d' allora » (2240).

« La conoscenza di questo modo di agire delle forze elettriche e magnetiche e dei fenomeni relativi saranno utili, io spero, nello studio della natura dei corpi trasparenti, della luce, delle calamite, delle loro azioni reciproche e delle loro azioni magnetiche. Io sto ora esaminando il nuovo stato della materia.... Quale sia l'effetto probabile di questa forza sopra la terra nel suo insieme e anche rispetto al sole e qaali siano i mezzi

migliori per ottenere che la luce dia origine a magnetismo ed elettricità, sono questioni che occupano senza posa la mia mente, ma sarà meglio dedicare tempo e pensiero con l' aiuto delle esperienze all' esame e alle scoperte dei fatti reali che non alla ricerca d' ipotesi; le quali possono essere fondate sui fatti e conciliabili con i fatti e possono anche non essere tali » (2242).

La serie ventesima fu presentata alla Società reale soltanto un mese dopo la precedente, perchè quando il Faraday ebbe riconosciuto l'effetto che le forze magnetiche esercitavano sulla luce che attraversava certe sostanze, subito pensò, come appare dalle sue stesse parole sopra riferite, alle modificazioni che in tali condizioni doveano soffrire le sostanze assoggettate all'esperienza. Egli si propose quindi di esaminare se qualche azione meccanica si palesasse quando uno di quei corpi che nell' esperienze sulla rotazione del piano di polarizzazione, gli avevan dato risultati migliori, fosse mobile in uno spazio, dove le forze magnetiche agissero con grande intensità.

Preparata un'asticciuola di vetro pesante lunga due pollici e di sezione quadrata con lato di mezzo pollice, egli la sospese con un filo in modo che potesse rotare liberamente con l' asse longitudinale orizzontale nello spazio compreso fra i poli d' una elettrocalamita a ferro di cavallo. Quando il filo ebbe perduta ogni torsione, fu chiuso il circuito dell' elettrocalamita e si vide il vetro disporsi col suo asse longitudinale perpendicolarmente alle linee di forza, cioè, secondo l'espressione del Faraday, in posizione equatoriale. L'estremità dell'asticciuola non mostravano nessuna particolare tendenza a portarsi piuttosto da una parte che dall' altra

della linea dei poli: esse apparivano in ogni caso respinte dal polo più vicino e l' asticciuola raggiungeva sempre per la via più breve la posizione di equilibrio. Questa esperienza fu fatta il 4 Novembre 1845, cioè parecchi giorni prima che la memoria precedente venisse presentata alla Società Reale.

Il Wheatstone avvertì poi il Faraday che fatti consimili erano già stati osservati dal Coulomb e dal Becquerel, ma l' importanza di essi era sfuggita a quei fisici.

Adoperando un sol polo il Faraday vide che l'asta si disponeva sempre in direzione perpendicolare alle linee di forza e prendendo dei pezzetti cubici o rotondi di vetro pesante, vide che venivano respinti, se si trovavano presso al polo prima che l'elettrocalamita diventasse attiva (2263). I varii casi si potevano comprendere con questa legge, che il vetro tendeva a portarsi dai luoghi di maggior forza a quelli di forza minore.

Gli stessi fatti avvenivano se l' asticciuola di vetro pesante stava immersa in un vaso contenente acqua, alcool o etere posto fra i poli (2271).

Essendo passato a sperimentare prima sopra sostanze trasparenti già adoperate nell' esperienze sulla luce polarizzata e poi sopra altre opache, il Faraday potè stabilire che molte sostanze si comportavano come il vetro pesante. A questa classe di corpi egli diede poi il nome di *diamagnetici,* parola, che, come abbiamo veduto, egli aveva prima usata dandone una definizione un po' diversa. Per sottoporre all' esperienza dei corpi liquidi, questi furono introdotti in tubi appositi di vetro molto sottili, che venivano sospesi fra i poli magnetici. L'azione del campo sui tubi vuoti era molto piccola.

L'acqua, l'alcool, l'etere, l'acido nitrico, l'acido solforico, il sangue si mostrarono diamagnetici.

« Se fosse possibile », dice il Faraday, « sospendere in un campo magnetico un uomo, esso si orienterebbe in direzione equatoriale » (2281).

La proprietà novamente scoperta apparve più che in altri corpi nel bismuto. Fin dal 1778 il Brugmans aveva osservato che il bismuto veniva respinto da una calamita. Il Le Baillif nel 1827 aveva mostrato che anche l'antimonio si comportava nello stesso modo. Il de la Rive ne avvertì il Faraday e questi, che aveva una vaga reminiscenza della cosa, accennò a quell'esperienze in una nota al n°. 2308 dolendosi della debolezza della sua memoria. Quell' esperienza però ed altre del Saigey e del Seebeck non avevano condotto ad alcuna conclusione importante.

Nello studiare il modo di comportarsi dei corpi buoni conduttori della elettricità sospesi in un forte campo magnetico il Faraday notò che, ad esempio, una asticciuola di rame, la quale, prima che il campo si producesse stava disposta obliquamente alla linea dei poli, per effetto del campo si moveva alquanto e si fermava presto senza oscillare. Se l' asticciuola veniva tolta dalla posizione assunta dandole una spinta, essa non ritornava alla posizione primitiva, ma si fermava presto quasi incontrasse nel suo moto una forte resistenza d' attrito. Infatti le correnti d' induzione che doveano formarsi in quel conduttore, quando si moveva nel campo magnetico, facevan sì ch' esso si arrestasse in posizioni che non corrispondevano sempre alla azione orientatrice del campo. In questa occasione il Faraday fece la nota esperienza, nella quale un cubo di rame posto fra i poli di una elettrocalamita e fatto rotare, s' arresta quando l' elettrocalamita diventa attiva

(2328). È ammirabile la sagacità, con cui egli esaminando i fenomeni, che presentavano i metalli non magnetici buoni conduttori, assegnò la vera cagione d'ogni particolarità notata nell'esperienze.

Nella serie ventesimaprima, che è della fine del 1845, viene considerata anzi tutto la questione seguente. I metalli magnetici, riscaldati fin oltre la temperatura, alla quale essi sembrano perdere le loro proprietà magnetiche, come si comportano fra i poli di una forte calamita? Una sbarretta di ferro incandescente si dispone in direzione assiale od equatoriale?

L'esperienze mostrarono che il ferro ed il nichel, anche fortemente riscaldati, assumevano sempre la posizione assiale e quindi si conservavano debolmente magnetici. Il Faraday prima di fare quest' esperienza aveva creduto che tutti i corpi ad una certa temperatura passassero dalla classe delle sostanze magnetiche a quella delle diamagnetiche (2348).

Esaminando vari composti di ferro, di nichel e di cobalto il Faraday vide che tutti nel campo dell' elettrocalamita si comportavano come sostanze magnetiche. Studiò poi delle soluzioni di sali di ferro nell'acqua e nell'alcool ponendole in tubetti di vetro e le trovò tutte magnetiche. « Queste soluzioni », egli dice, « sono un mezzo opportuno per gli studi magnetici, perchè ci forniscono una calamita liquida, trasparente, cui possiamo dare gradi molto diversi di forza. Esse permettono quindi l'esame ottico d'una calamita; esse ci pongono in grado d' immergere una sostanza magnetica entro un' altra e osservare i fenomeni che avvengono entro mezzi magnetici. Di fatti non solo si può porre queste soluzioni come calamite in un campo

magnetico, ma si può empire con esse il campo magnetico ed osservare come altri corpi si comportino in questo » (2357).

Preparate delle soluzioni di solfato di ferro di varia concentrazione, il Faraday vide ch' empiendo con esse successivamente un tubetto come quelli prima usati per i liquidi e sospendendolo nel campo magnetico, il tubo si disponeva sempre assialmente sia che stesse nell'aria, sia che stesse nell' acqua o nell' alcool. In uno stesso mezzo la forza orientatrice parve proporzionale alla concentrazione (2364).

Posto fra i poli magnetici un vaso ed empitolo con una di quelle soluzioni, il tubo immerso in essa, se conteneva la stessa soluzione, non mostrava alcuna tendenza ad orientarsi. Se veniva invece immerso in soluzioni più diluite di quella da esso contenuta, si orientava assialmente, in soluzioni più concentrate equatorialmente (2367).

Similmente quando i tubi furono posti più vicini ad un polo che all'altro, avvenne sempre che quando il tubo contenente una soluzione di solfato di ferro stava immerso in una soluzione meno concentrata, veniva attratto dal polo vicino e che quando era immerso in una soluzione più concentrata, veniva respinto (2368). Si verificava dunque un principio simile a quello di Archimede. Ammettendo che i metalli magnetici si conservino tali anche nei loro composti, il Faraday esaminò il modo di comportarsi nel campo magnetico di alcuni composti di certi metalli, per i quali non era ben chiaro se fossero veramente magnetici o se tali apparissero per effetto di qualche piccola quantità di ferro in essi contenuta. L'esperienze mostrarono che tutti i composti di argento, di antimonio, di bismuto, di sodio, di potassio, di calcio, di stronzio, di bario e di ammonio

sono diamagnetici. Per il titanio, il manganese, il cerio, il cromo, il palladio e il platino l'esperienze condussero alla conclusione opposta (2396).

Riscaldati parecchi metalli diamagnetici fino alla fusione, non apparve alcun mutamento nelle loro proprietà rispetto al magnetismo (2397).

Volle anche il Faraday sperimentare sui gas e specialmente esaminare le proprietà magnetiche dell' aria. Chiusa dell'aria in un tubo di vetro flint e, sospeso il tubo fra i poli, mostrò una leggiera tendenza a disporsi equatorialmente. Ciò proveniva puramente dal vetro (2401). Nessuna differenza apparve quando il tubo invece che nell' aria libera fu posto nell' aria rarefatta, nell' idrogeno o nell' anidride carbonica (2404). Nell' acqua, nell' alcool, nell' olio di trementina il tubo si dispose assialmente, cioè si comportò come un corpo magnetico nell'aria (2407). Tale orientazione dipendeva dall'aria contenuta nel tubo, perchè il vetro per sè si sarebbe disposto equatorialmente. Ponendo nel tubo vari gas o vapori, oppure aria estremamente rarefatta, il fenomeno non apparve menomamente alterato. Così varie sostanze diamagnetiche nell'aria rarefatta o in altri gas si disposero sempre equatorialmente e così anche nel vuoto senza differenza apparente (2411). Nell' insieme i gas qualunque fosse la loro densità, la loro natura, si comportarono nel modo stesso e come se lo spazio fosse vuoto. Alla descrizione di queste esperienze seguono alcune considerazioni generali.

I fenomeni descritti dimostrano che la materia è in generale soggetta alle forze magnetiche, come alla gravità, all' elettricità, ecc.. Le sostanze possono dividersi in due grandi gruppi, l'uno è quello delle sostanze magnetiche, l'altro delle diamagnetiche. Nelle sue numerose esperienze il Faraday non aveva trovato alcun

corpo solido o liquido, chimicamente definito e puro, che nell'aria si mostrasse indifferente all'azione magnetica e quindi non prendesse posto nell'uno o nell'altro di quei due gruppi.

Al diverso modo di comportarsi dei corpi spettanti ai due gruppi nell'esperienze di orientazione corrisponde qualche differenza nell' effetto che le forze magnetiche producono sopra un raggio di luce polarizzata che attraversi quei corpi? L'esperienza dimostra che ciò non è, che il piano di polarizzazione può dal magnetismo venir fatto girare nel medesimo senso quando il raggio luminoso attraversa un pezzo di quarzo e quando attraversa una soluzione di solfato dl ferro, benchè il primo si disponga equatorialmente nel campo magnetico e l'altra assialmente. Se si prendono due pezzi di quarzo, l'uno destrogiro e l'altro levogiro, la rotazione del piano di polarizzazione prodotta in essi dal magnetismo avviene tuttavia nel medesimo senso e può venir prodotta tanto a destra quanto a sinistra a seconda del senso, in cui agisce la forza magnetica (2428).

Poichè intorno allo stato molecolare del ferro magnetizzato abbiamo un' ipotesi che bene corrisponde ai fatti, quale idea possiamo farci, partendo da quell'ipotesi, sulla costituzione di un corpo diamagnetico? La prima idea, che il Faraday pose innanzi è questa, che le molecole del corpo diamagnetico sotto l' azione induttiva si magnetizzino in senso opposto a quello in cui si magnetizzano le molecole d' un corpo magnetico. Il primo dunque volgerebbe ad un polo inducente un polo dello stesso nome e di qui la ripulsione e l'orientazione equatoriale. Le correnti amperiane avrebbero in tal caso senso opposto all'ordinario, nè vi sarebbe difficoltà ad ammetterle anche nei corpi cattivi conduttori essendo correnti molecolari. Ma le ingegnose esperienze

fatte con le soluzioni di solfato di ferro chiuse in tubi immersi in soluzioni diversamente concentrate suggeriscono un'altra idea. Una sbarretta magnetica immersa in un mezzo che sia più magnetico di essa, si dispone equatorialmente. Non potrebbero i corpi, che appaiono diamagnetici nell'aria, essere anch'essi magnetici e apparire diamagnetici perchè l'aria è più magnetica di essi? Allora bisognerebbe ammettere però che anche il vuoto è magnetico, perchè i corpi si comportano egualmente nell'aria e nel vuoto. Ciò parve poco probabile al Faraday, sicchè stimò saggio attenersi alla prima opinione (2440).

La intensità delle forze magnetiche nelle sostanze diamagnetiche sembra assai piccola, giudicando dai movimenti che quelle forze producono, ma forse esse producono altri effetti che ci sono ancora sconosciuti. Una tale specie di forza, come tutte le forze naturali, non può essere nè superflua, nè insufficiente, nè inutile. Senza dubbio essa ha il suo ufficio, che si esplica nel mondo intero. Essa appare così tenue nelle nostre esperienze, ma quanto ci si mostrerebbe più intensa della gravitazione, se essa si esercitasse, come questa, fra grandi masse! (2441).

La materia, su cui agiscono delle forze, ne soffre sempre qualche modificazione e a sua volta modifica la forza stessa. Così lo stato, in cui le forze magnetiche pongono le sostanze diamagnetiche, può dar modo alla forza di trasmettersi. L'ipotesi che anche le azioni elettromagnetiche si trasmettano di particella in particella come le elettriche trova una valida conferma nelle modificazioni che le forze magnetiche producono nei corpi diamagnetici. Per le sostanze aeriformi però vi sono delle difficoltà, ma la loro costituzione fisica è tanto diversa da quella degli altri stati che non è da mara-

vigliarsi se rispetto al magnetismo presentano proprietà speciali. Se consideriamo lo stato magnetico del globo intero senza tener conto dell' azione, che può anche esercitare il sole, se pensiamo alla gran quantità di sostanze diamagnetiche che esistono nella terra e che sono sempre soggette a intense forze magnetiche, dobbiamo ammettere che l' azione speciale esercitata da queste forze su quelle sostanze non sia senza scopo e senza vantaggio per la terra e per i suoi abitatori (2447).

Nella crosta terrestre le sostanze diamagnetiche prevalgono grandemente e benchè le magnetiche producano effetti molto più intensi e speciosi, non si può asserire con sicurezza che l' azione di queste prevalga. S' aggiunga l' effetto dell' acqua dei mari, dei laghi e dei fiumi. Non è improbabile che nella crosta terrestre le azioni diamagnetiche sieno prevalenti (2448).

In una conferenza tenuta nell' Aprile del 1846 sul cronoscopio elettromagnetico del Wheatstone il Faraday aveva espresso l' idea che i fenomeni di radiazione potevano spiegarsi mediante vibrazioni delle linee di forza. Con questo concetto, che parve oscuro a molti, egli credeva di poter metter da parte l' ipotesi dell' etere. In una lettera al Phillips pubblicata nel « Phil. Magazine » del mese successivo e intitolata « Pensieri sui raggi di vibrazione » il Faraday espose più largamente le sue idee.

Egli vi ricorda anzi tutto la lettera diretta due anni prima al Phillips medesimo, nella quale s' era dichiarato partigiano delle idee del Boscovich. Egli considera due corpi, comunque sieno collocati nello spazio, come congiunti con linee di forza. La fisica ci fa conoscere parecchie specie di queste linee; quelle della gravita-

zione, quelle dell' induzione elettrostatica, quelle del magnetismo, etc. Se l' intervallo fra i due corpi è pieno di particelle materiali, l' azione elettrica o magnetica si propaga di particella in particella lungo la linea di forza: se non c' è materia nell' intervallo, le linee di forza lo attraversano egualmente.

Le azioni reciproche di due corpi possono spiegarsi mediante scotimenti o vibrazioni trasversali di quelle linee.

Ma che cosa sono queste linee di forza?

« Io non pretendo » dice il Faraday, « di rispondere con sicurezza a questa domanda. Tutto ciò che io posso dire è che nello spazio, sia esso vuoto o sia pieno di materia, io non vedo che forze e delle linee secondo le quali esse si esercitano..... Qualunque sia il concetto che noi ci facciamo intorno a queste linee, noi possiamo in più modi operare su di esse e l' azione, che noi esercitiamo, può considerarsi come una scossa o vibrazione laterale. Secondo l' opinione, che io ho l'audacia di enunciare, le radiazioni vengono considerate come una specie di vibrazioni delle linee di forza. »

La lettera si chiude così: « Si dice che l' etere penetra tutti i corpi ed empie lo spazio. Secondo l' ipotesi ora esposta sono invece le forze dei centri degli atomi che attraversano tutti i corpi e penetrano in tutto lo spazio. Quanto allo spazio, la differenza sta in ciò che l' etere si comporrebbe di particelle o centri di azione e che, secondo le mie idee, non vi sono invece che linee di azione. Quanto alla materia la differenza è questa che l' etere, occupando gl' intervalli trasmetterebbe le vibrazioni, mentre secondo la mia ipotesi, le vibrazioni si propagano lungo le linee di forza fra i centri delle particelle..... Ed ora devo conchiudere..... Comprendo che avrei dovuto tener ancora per me que-

ste idee, esaminarle, vagliarle e forse da ultimo metterle da parte, ma, poichè le esposi già a voce, ho voluto dar loro una forma migliore. Questo è certo, che ogni ipotesi sulle radiazioni, che sia degna d' essere accolta e mantenuta, non deve solo spiegare certi fenomeni luminosi, ma anche i fenomeni termici e attinici che le radiazioni producono. Per ciò un' ipotesi, che si fonda sulle forze ordinarie della materia, dovrebbe trovare accoglienza abbastanza buona fra le altre ipotesi. Probabilmente in queste pagine io ho commesso qualche errore, perchè anche a me i miei pensieri su quest'argomento non sembrano che l' ombra d' una speculazione o una di quelle idee, che si può solo far valere per qualche tempo come guida a studi e a meditazioni ulteriori. Chi lavora sperimentalmente ne conosce l' utilità e sa come la loro apparente convenienza e la loro bellezza spariscono quando si scopre il vero stato delle cose ».

Il Tyndall dice di questa lettera, ch' essa contiene una delle più singolari speculazioni che mai uscissero dalla mente di uno scienziato. « Bisogna ricordare, » egli aggiunge « che egli (il Faraday) viveva in mezzo a tali speculazioni, ch' egli non dava ad esse molto peso e che era sempre pronto a cangiarle od abbandonarle. Esse gli servivan di sprone, non di pastoia ». E altrove egli dice : « Egli si serviva delle ipotesi per raggiungere con l' esperienza un certo fine, poi le metteva da parte come un architetto fa delle impalcature, quando la casa è finita. »

Il Maxwell pubblicando la teoria elettromagnetica della luce notò che l'idea fondamentale di questa teoria era stata esposta dal Faraday nella lettera testè citata (1).

(1) Thompson, op. cit. cap. V,

È pure dell' anno 1846 un articolo pubblicato nel « Phil. Magazine », in cui il Faraday descrive alcune esperienze fatte allo scopo di aumentare l' angolo di rotazione magnetica del piano di polarizzazione d' un raggio, che attraversava una sostanza trasparente. Egli faceva sì che il raggio si riflettesse più volte sulle faccie estreme di quel corpo rese riflettenti. É noto che l' effetto prodotto dalle forze magnetiche ha lo stesso senso sul raggio tanto se questo va da un capo A del corpo attraversato al capo opposto B, quanto se va da B ad A.

Mercè parecchie riflessioni successive il Faraday potè aumentare grandemente l' effetto nel vetro pesante e in altri solidi, ma nell' aria non gli riuscì di render palese il fenomeno della rotazione del piano di polarizzazione nemmeno con questo artificio.

Nello stesso scritto il Faraday ribatte con molta calma le asserzioni di E. Becquerel, che nei « Comptes Rendus » aveva affermato essere già stati pubblicati dal padre suo vent' anni prima i fatti annunciati come nuovi dal Faraday. Il Becquerel non voleva ammettere che la materia sotto l' azione delle forze magnetiche potesse assumere uno stato diverso da quello delle sostanze magnetiche, ma stimava che i corpi detti diamagnetici dal Faraday fossero debolmente magnetici e che questi in certi casi in causa della loro forma, delle dimensioni e del modo di agire dei poli potessero assumere nel campo magnetico la posizione equatoriale.

La serie ventesimaseconda tratta di un argomento che ha affinità con quelli delle due serie precedenti, ma esigeva uno studio speciale. Sperimentando con sbarrette di bismuto sospese fra i poli della sua elettroca-

lamita il Faraday aveva osservato delle singolari anomalie. Talvolta quelle sbarrette si disponevano assialmente, talvolta obliquamente. Egli attribuì questi fatti a ciò, che il bismuto è spesso cristallizzato, e fu quindi indotto a studiare il modo di comportarsi dei cristalli nel campo magnetico. Il Plücker poco prima aveva esaminato gli stessi fatti. Le memorie XXII e la XXX che trattono dello stesso argomento contengono la descrizione di un grandissimo numero di esperienze. Il fenomeno fondamentale è questo che un cristallo in un campo magnetico tende ad assumere una posizione che dipende dalla sua forma cristallina. Questa tendenza è affatto distinta da quella che insieme esiste e che dipende dalle proprietà magnetiche o diamagnetiche della sostanza del cristallo.

Questi fenomeni appaiono molto complicati se si esaminano i singoli casi sperimentali. Il Faraday li attribuì ad una forza speciale. Ma non v' è bisogno di ricorrere a tale ipotesi, che fu ben tosto abbandonata, se si considerano le cose nel modo seguente. Poniamo di prendere una sfera di una sostanza, che abbia le stesse proprietà in tutti i sensi e sia quindi, come si dice, isotropa. Sospesa questa sfera mediante un filo di seta in un campo magnetico uniforme, essa non mostrerà tendenza ad orientarsi piuttosto in un modo che in un altro. Essa assumerà una posizione d' equilibrio che dipenderà dalla torsione del filo, ma non dalla direzione delle linee di forza del campo.

Prendiamo ora invece una sfera che non sia isotropa, ma lungo una direzione abbia proprietà diverse che non lungo le altre. Essa conduca, p. e., più facilmente il calore lungo un certo diametro A e lungo tutte le rette parallele ad esso. In un' altra direzione la conducibilità sia diversa, ma sia la stessa in tutte le dire-

zioni che con quella del diametro A formano angoli eguali. Così, se imaginiamo fatta nella sfera una sezione perpendicolare al diametro o asse A e passante per il centro, lungo tutti i diametri che stanno in questa sezione, la conducibilità termica sarebbe la stessa.

Ora quello che si è detto a modo di esempio per la conducibilità termica, si applichi alle proprietà magnetiche. La suscettibilità magnetica della sostanza sia diversa in direzioni diverse e la suscettibilità dipenda dalla direzione nel modo testè indicato. Se la sfera viene sospesa in un campo magnetico, le cui linee di forza siano orizzontali, in modo che l' asse A sia verticale, la sfera non mostrerà alcuna tendenza ad assumere una posizione dipendente dalla direzione delle linee di forza, ossia, come si dice, ad orientarsi nel campo. Se invece l' asse sia orizzontale, le cose andranno altrimenti. Nella direzione dell' asse può darsi che la sostanza della sfera, che vogliamo supporre magnetica, abbia suscettibilità magnetica maggiore. Allora la sfera tenderà ad assumere una posizione tale che l'asse sia parallelo alle linee di forza. Se invece la suscettibilità fosse minima lungo l' asse, la posizione di equilibrio della sfera, non tenendo conto della torsione del filo, sarebbe tale che l' asse si disporrebbe perpendicolarmente alle linee di forza.

Similmente si spiega il modo di comportarsi nel campo magnetico d' un cristallo diamagnetico ad un asse e si può poi estendere queste considerazioni a cristalli magnetici o diamagnetici di struttura più complicata.

Questo modo di considerare i fenomeni è indicato dal Faraday nel § 2591.

« Non posso ommettere, » dice « di far cenno di

un' altra opinione su questi fenomeni, che forse è la giusta. Si può assomigliare le linee di forza magnetiche a raggi di luce o di calore ed è possibile ch' esse nell'attraversare i corpi incontrino qualche resistenza... Può darsi, ad esempio, ch' esse passino in un cristallo nella direzione dell' asse magneto-cristallino più liberamente che non in un' altra direzione. In questo caso la posizione del cristallo, nella quale il suo asse magnetocristallino è parallelo alle linee di forza, sarebbe una posizione di minima resistenza, e sarebbe quindi una posizione di equilibrio. »

L' esperienze dei Tyndall e la teoria di Guglielmo Thomson portarono molta luce nello studio di questi fenomeni.

La serie ventesimaterza fu presentata il primo Gennaio 1850. In essa il Faraday torna a discutere la spiegazione del diamagnetismo. Egli aveva, poco dopo la scoperta, espressa l' opinione che un corpo diamagnetico posto innanzi al polo d' una calamita assumesse nelle parti più prossime a quel polo un polo di nome eguale e nelle parti più lontane un polo di nome opposto. Questa opinione fu accolta e sostenuta dal Plücker, dal Reich e da Guglielmo Weber, ma nuove esperienze fecero dubitare il Faraday della verità di quella supposizione.

Egli volle eseguire dell' esperienze decisive, le quali permettessero di distinguere l' effetto delle correnti indotte, che, avvicinando un corpo conduttore ad una calamita, si producono in esso da quello che veramente può esser dovuto ad una polarità magnetica. Nell'apparecchio da lui imaginato un cilindro diamagnetico veniva spinto entro un' elica di molti giri di filo, nel cui

circuito stava un sensibile galvanometro, indi veniva ritirato. Lo spazio interno dell' elica era attraversato dalle linee di forza di una potente elettrocalamita rettilinea, il cui asse stava sul prolungamento dell' asse dell' elica. Le correnti che si producevano in questa e che mutavano di segno, quando il cilindro dopo essersi mosso in un certo senso tornava indietro, venivano raddrizzate col mezzo di un commutatore. Da quest' esperienze il Faraday trasse la convinzione che esse non provassero punto la polarità dei corpi diamagnetici. Nè questa gli pareva meglio provata dall' esperienze degli altri fisici (2693).

Così i fenomeni osservati nel ferro e nel bismuto gli apparvero diversi nella loro essenza, quantunque egli prevedesse che in avvenire si scoprirebbe una legge unica e semplice che abbraccerebbe tutti quei fenomeni (2694).

La serie ventesimaquarta presentata il primo Agosto 1850 tratta d' un argomento che da molto tempo aveva attratto i pensieri del Faraday. Egli ne parla brevemente perchè ogni tentativo sperimentale era riuscito infruttuoso. Esiste una relazione fra la gravitazione e l' elettricità ? Ecco la questione ed è importante il vedere come il Faraday intendesse tentarne la soluzione.

« La convinzione » egli dice « che nutro da molto tempo, che tutte le forze naturali abbiano un' origine comune e sieno manifestazioni diverse di un' unica forza, mi fa pensare alla possibilità di mettere in chiaro coll' esperienza una relazione fra la gravità e l'elettricità.... » (2702). « Pensai che se una tale relazione sussistesse, dovrebbe esservi anche nella gravitazione qualche cosa che corrispondesse alla natura dualistica e an-

titetica che presentano i fenomeni elettrici e magnetici. Mi sembrò che il mutuo avvicinamento di due corpi mutuamente attraentisi per gravitazione, o il loro allontanamento, porgesse la combinazione cercata. La immobilità relativa corrisponderebbe allo stato neutro. Solo il movimento in un senso o nell'altro potrebbe dare origine a qualche fatto che fosse legato con l'elettricità. Un tal fatto non potrebbe avere in ogni caso che ben poca intensità, ma se si potesse stabilirne l'esistenza, non vi sarebbero parole sufficienti ad esprimere l' importanza della relazione che verrebbe così dimostrata » (2703).

In una dell' esperienze un cilindro di rame lungo 7 pollici e col diametro di 3/4 di pollice circondato da un' elica, il cui filo aveva la lunghezza di 350 piedi, veniva lasciato cadere dall' altezza di 36 piedi. I capi dell' elica erano congiunti ad un galvanometro molto sensibile. Si osservava se durante il movimento del cilindro o dopo di esso il galvanometro desse qualche indizio di corrente. Le prime esperienze parvero incoraggianti, ma poi venne posto in chiaro che le correnti osservate erano prodotte nel filo dal magnetismo terrestre. Al cilindro di rame vennero sostituiti cilindri di altre sostanze, ma senza miglior successo.

Un altro tentativo fu fatto lasciando cadere o sollevando dei corpi diversi entro un' elica di filo di rame tenuta fissa e congiunta al galvanometro.

Si servì anche il Faraday d'un apposito congegno, con cui poteva dare ad un corpo dei rapidi movimenti alternati in su e in giù, ma ogni tentativo fu vano. Egli sospese allora l' esperienze dichiarando che l' esito sfortunato non bastava a spegnere la sua fede nell'esistenza della relazione cercata.

Nel Settembre del 1847 il padre Bancalari professore nell' Università di Genova aveva comunicato al congresso degli scienziati in Venezia una sua memoria intorno all' universalità del magnetismo, nella quale era detto che una fiamma posta nel campo magnetico veniva respinta dai poli e si disponeva equatorialmente. Lo Zantedeschi, ch' era professore al liceo di Venezia, tentò di far vedere il fenomeno ai congressisti, ma non riuscì, e fu solo poco più tardi in Torino che con l' aiuto dei meccanici Jest potè ripetere l'esperienza (1).

Lo Zantedeschi mandò al Faraday lo scritto, in cui descriveva queste sue esperienze e il Faraday lo fece stampare nel « Phil. Magazine », e si accinse tosto a studiar l' argomento. Ripetuta l' esperienza del Bancalari, si stupì come mai la cosa a lui stesso fosse sfuggita. Sottoponendo ad un' accuratissimo esame i fenomeni presentati dalle fiamme nel campo magnetico, notò che il riscaldamento aumentava in generale di molto il diamagnetismo dei gas. Un consimile effetto del calore non apparve nei corpi solidi.

L' alta temperatura della fiamma ha grande influenza sul fenomeno, ma influiscono pure i mutamenti chimici che contemporaneamente vi avvengono, la presenza di materie solide, la diversità di proprietà magnetiche fra la fiamma e il gas che la circonda.

Per studiare l' influenza della temperatura fece il Faraday dell' esperienze con aria riscaldata. Questa si comportò come la fiamma mostrando che rispetto

---

(1) Zantedeschi. Raccolta fisico-chimica italiana, T. III.

all' aria fredda era diamagnetica. Non parve probabile che ciò fosse puramente effetto della dilatazione.

Fece poi dell' esperienze sopra varii gas alla temperatura ordinaria. I gas contenevano un po' d'acido cloridrico e dei pezzetti di carta asciugante impregnati di soluzione d' ammoniaca nell' acqua e collocati entro appositi tubetti di vetro servivano a rendere visibile il gas mediante la nebbia che si formava. L' azoto si mostrò diamagnetico rispetto all' aria: siccome questa è costituita in gran parte d' azoto, ciò indica che l'ossigeno e l' azoto hanno proprietà magnetiche molto diverse.

L' ossigeno apparve magnetico rispetto all'aria. L'anidride carbonica, l' ossido di carbonio, il protossido e il biossido di azoto, l' acetilene, il gas illuminante, l'ammoniaca, il cloro apparvero tutti diamagnetici rispetto all' aria. Dell' esperienze comparative furono eseguite facendo sì che una corrente di gas si svolgesse nel campo magnetico entro l'altro gas che si voleva comparare con quello. L'ossigeno apparve il più magnetico fra tutti. L'azoto sta all'altro estremo; l' idrogeno, l' iodio, il cloro stanno frammezzo.

Altre esperienze vennero fatte per esaminare il modo di comportarsi di varii gas riscaldati. In generale ogni gas riscaldato apparve diamagnetico rispetto all' aria fredda: se il gas era diamagnetico, anche a bassa temperatura, questa sua proprietà si faceva più palese al crescere della temperatura.

L' ossigeno caldo apparve diamagnetico rispetto al freddo. Lo stesso fatto si osservò per l' anidride carbonica, invece per l' idrogeno caldo posto in idrogeno freddo il risultato fu incerto.

Descrivendo quest' esperienze nel « Phil. Magazine » del Dicembre 1847 il Faraday diceva ch' era dolente

che la salute non gli permettesse di compirle e di emendare i difetti di quel suo scritto.

Tra questa nota del « Phil. Magazine » e la memoria delle « Phil. Transactions ». che forma la venticinquesima serie, corsero quasi tre anni.

Il Faraday descrive in quest' ultima memoria un gran numero di esperienze. Le prime fra queste furono dirette ad esaminare se lo strato di gas, che è a contatto con un polo di una elettrocalamita, soffra una variazione di densità quando il polo diventa attivo. Non si palesò alcun effetto, nè diverso esito ebbero altre esperienze fatte per indagare se le forze magnetiche producano nei gas, e propriamente nell' aria, nell'ossigeno, nell' azoto, nell' anidride carbonica e nel biossido di azoto qualche cangiamento di volume. « Io stimo » diceva il Faraday, « che questa conclusione sia molto importante rispetto alla natura della forza magnetica che esiste nelle particelle materiali e agisce su esse..... Le esperienze mostrano che le particelle non tendono a moversi nè parallelamente, nè perpendicolarmente alle linee di forza. Senza la prova sperimentale si avrebbe potuto credere molto probabile che esistesse l' una o l' altra di queste tendenze » (2750).

Il Faraday cita qui altre esperienze fatte per verificare se il ferro e il bismuto mutino di volume per l' azione delle forze magnetiche. Egli non trovò alcun mutamento. Il Joule, il Wertheim ed il Buff non trovarono nemmeno essi alcun mutamento nel volume totale del ferro per effetto della magnetizzazione; altri, come il Knott, riscontrarono qualche piccolo cangiamento di volume. Esaminò pure il Faraday se in un gas che empisse uniformemente tutto il campo

magnetico, si verificasse qualche corrente che s'allontanasse dai poli nella direzione equatoriale e ritornasse nel campo lambendo le faccie polari. Non ne vide alcun indizio. Concluse quindi che l'esperienze non davano alcun appoggio all' ipotesi che i movimenti osservati nei gas posti in un campo magnetico fossero prodotti da qualche forza direttamente esercitata dai poli per attrarre o respingere le singole particelle dei gas. La causa dei movimenti dei gas nel campo deve dunque consistere in un' azione differenziale, che si esercita quando due sostanze diverse occupano il campo. Questi effetti si scorgono soltanto operando sulle masse; pure è certo che la diversità di quei corpi risiede nelle qualità delle particelle. Bisogna riconoscere però che non fu mai possibile, nemmeno con le più forti calamite, separare le particelle di sostanze molto diverse, quando sieno intimamente mescolate. Non fu possibile nell' aria separare l'ossigeno dall' azoto, benchè abbiano proprietà magnetiche molto diverse, nè si potè in una soluzione diluita di solfato ferroso produrre alcuna differenza di concentrazione.

Altre esperienze egli fece di poi con bolle di sapone piene di gas diversi. L'azoto si mostrò diamagnetico rispetto all'aria e l'ossigeno magnetico. Un'altra serie di esperienze più estesa e meglio atta a comparare i varii gas fu fatta dopo aver modificato il campo magnetico sicchè non fosse uniforme (2738) e con una speciale bilancia di torsione (2773). L'asticciuola di questa portava due tubi di vetro, i quali prima che il campo magnetico venisse prodotto, doveano trovarsi ad egual distanza dell'asse del campo. Se i tubi dopo essere stati assoggettati ad esperienze o vuoti o pieni di aria atmosferica, venivano empiti di due gas diversi, il movimento che si osservava nel sistema, quando il campo magne-

tico diventava attivo, serviva ad indicare quali differenze esistessero fra le proprietà magnetiche dei due gas. Potevasi anche empire i due tubi con lo stesso gas dandogli diversa densità. Quando operavasi così con l'ossigeno, il tubo, in cui il gas era più denso, si accostava all'asse. L'ossigeno si comportava dunque come magnetico. Operando similmente con l'azoto, non si osservava alcun movimento. Non volle il Faraday asserire che un tubo pieno di azoto si comportasse egualmente nel campo magnetico qualunque fosse la densità del gas, ma bensì asserì che le differenze di densità, le quali davano origine a grandi movimenti nel caso dell' ossigeno, non ne producevano alcuno nel caso dell'azoto (2783). Se noi ci imaginiamo uno spazio vuoto, in cui venga introdotto a poco a poco dell' ossigeno o dell'azoto, lo spazio diventerà sempre più magnetico nel caso dell'ossigeno, resterà com'era nel caso dell' azoto, tanto da far credere che l'azoto non sia nè magnetico, nè diamagnetico (2784). L' etilene e il cianogene si mostrarono diamagnetici; il tubo, in cui uno di questi gas era più rarefatto, si accostava all'asse.

Nella scala delle sostanze disposte secondo le loro proprietà magnetiche, lo zero spetterebbe a quelle sostanze, che introdotte in uno spazio vuoto, non producono alcun mutamento nei fenomeni. Quelle che poste nel vuoto, tendono a portarsi dai punti di minor forza magnetica ai punti di maggior forza, son dette *magnetiche*. Quelle che, poste nel vuoto, si comportano in modo opposto, sono *diamagnetiche*. Tale è la nomenclatura che il Faraday aveva prima proposta e che tuttora è usata dai più. Nella memoria, di cui ci occupiamo, egli propose di chiamare in generale *magnetici* tutti i corpi, che soffrono un'azione qualunque in un campo magnetico e dividerli in due gruppi *paramagnetici* e *diamagnetici* col

criterio testè indicato (2790). Quanto all' intensità delle proprietà magnetiche dell'ossigeno, parve al Faraday che essa fosse eguale a quella delle proprietà diamagnetiche del fosforo e più innanzi la giudicò eguale a quella di una soluzione di solfato di ferro in acqua che a parità di volume contenga un peso di solfato di ferro diciassette volte maggiore di quello dell'ossigeno. Il ferro contenuto nella soluzione corrisponderebbe a 3, 4 volte il peso dell'ossigeno (2794). Le notevoli proprietà magnetiche dell' ossigeno fecero pensare il Faraday alle conseguenze che l' azione dell' atmosfera può avere sul magnetismo terrestre e gli offrirono un nuovo argomento di studi. Dedicò appunto a questo argomento due delle memorie successive.

La memoria ventesimasesta porta per titolo *conducibilità magnetica*. Essa ha la data del 14 Settembre 1850. Sarà utile riferirne qualche tratto per mostrare come le idee del Faraday s'accordino con quelle che dominano tuttora dopo tanti lavori sperimentali e teorici sull'argomento.

« Intorno alla propagazione della forza magnetica nel vuoto, dissi già che il vuoto la lascia passare senza che ad esso si possa attribuire un ufficio simile alla conducibilità della materia; piuttosto si deve ammettere che avvenga ciò che avviene nel vuoto per le linee della gravità o della forza elettrostatica. In conseguenza di ciò i corpi, che, come l' ossigeno agevolano più o meno il passaggio di quella forza, van posti nella classe delle sostanze magnetiche o paramagnetiche, mentre quelle che, come il gas olefico o il fosforo, vi si oppongono, appartengono al gruppo delle sostanze diamagnetiche. Forse non è giusto indicare questa proprietà col nome di *conducibilità*; ma nello stato presente della

questione e intendendo con quella parola la proprietà di modificare in qualche maniera le condizioni del passaggio della forza magnetica, si può accettarla per ragione di opportunità » (2802).

« Consideriamo un campo magnetico uniforme. In un tal campo la forza magnetica è dovunque la stessa. Se una sfera paramagnetica, per esempio, una sfera di ossigeno, verrà posta in un tal campo, che prima supponiamo fosse affatto vuoto, essa produrrà una concentrazione delle linee di forza, che passano presso di essa e che l'attraversano, sicchè lo spazio da essa occupato verrà attraversato da maggior forza magnetica che non prima. Una sostanza diamagnetica invece produrrebbe una divergenza delle linee in senso equatoriale, sicchè attraverso lo spazio da essa occupato passerebbe meno forza magnetica di prima » (2807).

« Si vede dunque che i due corpi alterano in senso opposto la direzione delle linee di forza non solo entro sè stessi, ma anche nello spazio circostante. Inoltre essi vi modificano anche la grandezza della forza » (2808).

Considerando le modificazioni che un corpo magnetico ed un diamagnetico producono nell'andamento delle linee di forza del campo si vede in che differiscono i due poli d'uno stesso corpo e come un polo dell' uno non possa essere eguale nè all'uno, nè all'altro dei poli del secondo. Un corpo magnetico, p. e. una sfera, sia posto nel campo magnetico formato dai due poli di una elettrocalamita. Le linee d' induzione *entreranno convergendo* al polo della sfera volto al polo N del campo ed *usciranno divergendo* all'altra estremità. Se la sfera fosse *diamagnetica,* le linee *entrerebbero divergendo* ed *uscirebbero convergendo.* Per ciò la polarità d'un corpo diamagnetico non può dirsi inversa di quella d' un paramagnetico (2821). Si vede pure che i corpi diamagnetici, posti in

mezzi più diamagnetici di essi, hanno la polarità dei magnetici e così i corpi magnetici hanno la polarità dei diamagnetici quando si trovano in mezzi che sieno più fortemente magnetici di essi stessi (2823).

Il concetto della conducibilità magnetica, avverte il Faraday, è ben diverso da quello della conducibilità elettrica. « Invece sussiste una singolare analogia fra la conducibilità magnetica e ciò che io chiamai capacità specifica dei dielettrici » (2846).

Nella stessa memoria e nella successiva serie (XXVII) che è del Novembre 1850, è largamente trattato l'argomento del magnetismo atmosferico, del quale il Faraday parlò anche in una delle sue conferenze serali l' undici Aprile 1854.

La terra, egli dice, è una grande calamita. Dal polo Nord di una calamita escono delle linee di forza, le quali attraversano lo spazio circostante e vanno al polo Sud. Esse hanno una *reale esistenza simile a quella di un raggio di luce o di calore.* Come un raggio di luce non ci si rivela se non quando cade su qualche corpo, che lo manda verso il nostro occhio, così le linee di forza ci si palesano soltanto quando un ago magnetico vien posto sul loro cammino e in generale quand'esse producono qualche effetto. Le linee di forza magnetiche terrestri escono dalle regioni polari, dove sta il polo magnetico Nord, e passando al disopra della superficie delle regioni equatoriali vanno all' altro polo. Un ago libero e sottratto ad ogni altra azione ci mostra la direzione di queste linee. A Londra esse facevano allora un angolo di 69° con l' orizzonte e l' angolo di declinazione era 23°. Ammettendo che queste linee passino attraverso la terra e così si chiuda il circuito magnetico, il Faraday riteneva ch'esse nell' interno del globo avessero una posizione fissa e costante. Invece con-

siderando che i cangiamenti periodici di temperatura, cui l'atmosfera va soggetta, devono alterare le proprietà magnetiche dell'ossigeno e quindi dell'atmosfera stessa, il Faraday pensò che in questi fatti potesse riscontrarsi la causa delle variazioni regolari diurne del magnetismo terrestre. Invero al sorger del sole riscaldandosi l'aria, questa deve diventare meno permeabile alle linee magnetiche terrestri e ciò deve alterare l'andamento di queste. Di mano in mano adunque che il sole va avvicinandosi al meridiano di un dato luogo, dovrebbe avvenire lo spostamento dell'ago in un dato verso e in generale le variazioni atmosferiche di temperatura dovrebbero avere per conseguenza certi movimenti dell' ago. Il Faraday con uno studio molto accurato cercò di esaminare se le osservazioni dei movimenti dell' ago fatte in luoghi diversi s'accordassero con la sua ipotesi. Quanto al senso delle variazioni, l'accordo fu più che soddisfacente, ma le cognizioni da lui raccolte fino allora sull'argomento non bastavano a decidere se in quanto alla grandezza delle variazioni quell' ipotesi valesse a spiegare i fenomeni. Gli studi ulteriori mostrarono che ciò non può ammettersi.

Le due serie XXVIII e XXIX pubblicate negli ultimi mesi del 1851 hanno per argomento le linee magnetiche di forza.

Vi sono descritte molte ingegnose esperienze destinate a studiare la distribuzione delle linee magnetiche col mezzo delle correnti d' induzione prodotte in un conduttore, che si move nel campo magnetico. Da queste memorie traggo qualche punto dei più notevoli. Si vedrà come le asserzioni relative alle linee di forza con-

cordano con quelle che sotto forma matematica vengono ammesse oggidì.

« Un' importante proprietà di queste linee è che esse sono l' espressione di una quantità costante ed immutabile di forza. Benchè la forma di esse fra due o più centri di forza magnetica varii comunque e varii la forma dello spazio da esse attraversato, pure la somma della forza in una sezione d' un certo numero di linee è esattamente eguale alla somma della forza in ogni altra sezione delle stesse linee, per quanto sia diversa in questo secondo punto la forma e la divergenza di esse » (3073).

« L'esperienza ci mostra che nell'interno di una calamita esistono delle linee di forza della stessa natura di quelle esterne. Anzi il loro numero è esattamente eguale a quello dell'esterne e dal senso di queste dipende il senso di esse. Evidentemente esse sono la continuazione delle linee esterne, e, per quanto ci dice la esperienza, la loro natura è la stessa. Ogni linea di forza si deve quindi considerare come un circuito chiuso, che in una parte del suo corso passa attraverso la calamita » (3117).

« L' idea delle linee di forza che io raccomando come opportuna a rappresentare le vere forze magnetiche, fa desiderare che si trovi per queste linee, possibilmente con l'esperienza, una unità di misura, come ciò è desiderabile per i raggi di luce e di calore. Io credo probabile che futuri studi possano condurre a ciò. Intanto si può valersi delle linee stesse a rappresentare quell' unità. Così feci nelle memorie precedenti, dove oltre la direzione rappresentai l'intensità della forza mediante l' addensarsi e il diradarsi delle linee di forza vale a dire mediante il loro numero nello spazio (3122).

Dell' ipotesi fisiche in generale e in particolare di quelle del magnetismo trattano le due memorie pubblicate nel « Philosophical Magazine » del 1852 e del 1855 divise in paragrafi numerati in modo da far seguito alle serie delle « Experimental Researches ».

Il Faraday si scusa di discutere tanto intorno all' ipotesi, lui, che faceva professione di sperimentatore e aveva mostrato, specialmente ne'suoi primordi, tanta diffidenza verso le teorie. Mette poi a confronto il modo di agire delle diverse cause fisiche e principalmente discute in quali casi alle linee di forza si debba assegnare esistenza fisica e in quali no. Questa stessa discussione il Faraday compendiò nel sunto d'una sua lezione fatta alla « R. Institution » l'undici Giugno 1852. Un estratto di questo sunto e qualche brano della citata memoria mostreranno quali fossero le idee del Faraday sull' importante argomento.

Parecchie forze operano a distanza. Noi non ne conosciamo la natura fisica, però conosciamo certi caratteri del loro modo di agire e possiamo esaminare lo stato dello spazio, in cui l' azione di quelle forze si esercita. I fenomeni della gravitazione, della luce, della elettricità, del magnetismo ci danno esempi di tali forze.

Due particelle materiali, che per effetto della gravitazione universale mutuamente si attraggono, agiscono l' una sull'altra lungo una linea retta che le congiunge. La forza attrattiva non viene mutata nè in direzione, nè in grandezza, se una terza particella interviene, la quale pure per gravitazione agisce sopra una delle due particelle o su tutte e due. Non abbiamo alcuna prova che la propagazione di questa forza esiga del tempo. Perchè si possa ammettere l'esistenza d'una tal forza è

necessario ch'esistano almeno due particelle. Il carattere della forza non è però diverso rispetto all'una o all'altra particella: le azioni sono sempre mutue ed eguali. Non abbiamo in questo caso argomento alcuno per considerare le linee di forza come fisicamente esistenti: esse ci appaiono come linee ideali atte solamente a segnare la direzione, in cui la forza agisce.

I raggi luminosi attraversano lo spazio e possono essere considerati come linee di forza: ma noi li possiamo modificare in più maniere ponendo dei mezzi diversi sulla loro via. Possiamo mutarne la direzione riflettendoli o rifrangendoli: possiamo far sì che percorrano linee curve o spezzate. Essi impiegano tempo nel propagarsi. Essi possono sussistere indipendentemente dal corpo donde son partiti e da quello, a cui vanno ed hanno quindi esistenza fisica propria. Essi sono per questo rispetto diversi affatto dalle linee di gravitazione, e anche per altre ragioni che ora vedremo. I due corpi che costituiscono gli estremi d'una linea di gravitazione, sono eguali l'uno all'altro in quanto alle loro azioni, e così anche la linea che li congiunge, è nei due sensi eguale. Due corpi, che costituiscono gli estremi d'un raggio di luce, hanno invece azioni molto diverse: l'uno dà origine alla linea, l'altro l'annulla: e la linea stessa si può assomigliare a una corrente, che ha un certo senso. I due casi della gravitazione e della luce ci mostrano nettamente la differenza fra una linea di forza astratta e una fisica ».

« Se passiamo all' elettricità statica, troviamo attrazioni (e altri effetti) a distanza, come nei casi precedenti. Se noi però confrontiamo quest' attrazione con quella della gravità, troviamo differenze notevoli, che riguardano da presso la questione dell'esistenza fisica. Anche in questo caso troviamo che le azioni dei due

corpi, che stanno ai due capi della linea di forza, sono eguali e mutue, ma le azioni di essi sopra un terzo corpo che si trovi in uno stato eguale a quello di uno di essi, sono inverse: ciò che l' uno attira, l' altro respinge. La forza si palesa come l' effetto d' una causa di natura dualistica. Ora per cause fisiche di questa specie non può mai aversi attrazione se i due stati diversi non esistono contemporaneamente alle estremità della linea. Un'altra condizione è che i due stati abbiano la stessa intensità non solo in quanto alla forza attrattiva, ma in ogni altro rispetto, poichè è impossibile trovare una disposizione che permetta di produrre più elettricità di una specie che non dell' altra. Un' altra condizione, che si riscontra in questo caso, è che la grandezza della forza è limitata. Se un corpo A carico, ad esempio, di elettricità positiva, agisce sopra un corpo B carico d' una quantità eguale di elettricità negativa e si fa poi in modo che il corpo A agisca, oltre che su B, anche sopra un terzo corpo C anch' esso elettrizzato negativamente, la forza, che il corpo A esercitava sul corpo B, viene alterata. Alcun che di simile non avviene per la gravitazione.

Per di più la forza elettrica agisce secondo linee curve. Se un disco metallico congiunto al suolo si trova di fronte ad una sfera metallica elettrizzata positivamente ad una distanza di 12 a 15 pollici, il disco si elettrizza negativamente: esso però non ha soltanto elettricità negativa sulla faccia volta alla sfera, ma anche in qualche punto dell' altra. La forza, che agisce su questa faccia, non attraversa certamente il disco, ma gira intorno all' orlo e agisce quindi secondo linee curve.

Tutti questi fatti sono favorevoli all' esistenza di linee *fisiche* di forza. S' aggiunga l' influenza che ha sul-

l' intensità della forza la capacità specifica induttiva dei mezzi.

Nel caso delle correnti la presenza di linee fisiche di forza è ancora più palese. Una coppia del Volta, i cui poli sieno congiunti mediante un mezzo conduttore, dà origine a ciò che si chiama una corrente di forza, che attraversa anche la coppia, ma questa corrente è un asse di forza, che ha proprietà eguali e contrarie in sensi opposti. Possiamo considerare la corrente come costituita da linee di forza che si avvicinano le une alle altre o si discostano a seconda della grandezza della sezione del conduttore che congiunge i poli e seguono la forma di questo. In qnesto caso nessuno dubita dell' esistenza fisica di queste linee.

Quanto alle calamite, che costituiscono l'argomento principale di questo discorso, una calamita rappresenta un completo sistema, tale che può esistere da solo. Esso ha lo stesso carattere dualistico che abbiamo riscontrato nel caso della elettricità e che è rappresentato dalle polarità opposte dei capi della calamita. Se un magnete *a* agisce sopra un secondo magnete *b*, esso non può agire sopra un terzo magnete *c* senza che la sua azione su *b* venga alterata. Le linee di forza, come si può dimostrare col mezzo delle correnti d' induzione prodotte in un anello, che si fa scorrere lungo il magnete, esistono dentro e fuori di questo, sicchè esse formano linee chiuse, che attraversano il magnete : il numero delle linee di forza che attraversano la sezione mediana di una calamita, è esattamente eguale al numero delle linee di forza che escono dalla calamita stessa. Tutti questi fatti sono favorevoli alla esistenza di linee fisiche tanto dentro quanto fuori. Queste sono in parte diritte, in parte curve .... Ma le linee di forza curve devono avere esistenza fisica.

Due correnti parallele e dello stesso senso si attraggono. Due linee magnetiche di forza parallele e dello stesso senso tendono a respingersi. Il Faraday fa notare come tali diversità si cangino in somiglianze ed analogie se si tien conto del fatto che la forza elettrica e la magnetica in un dato punto hanno direzione perpendicolare l' una a l' altra. Così una corrente rettilinea ha tendenza ad allungarsi come l' Ampère dimostrò: ma le linee di forza magnetica d' un tal reoforo sono circonferenze che tendono ad allontanarsi l' una dall'altra, il che contribuirebbe appunto all'allungamento del reoforo (3268). Altre analogie consimili osserva il Faraday e ne trae sostegno alla opinione che le linee magnetiche di forza abbiano come le elettriche esistenza fisica.

È incerto se sia più probabile ch' esse abbiano uno stato dinamico simile ad una corrente, il che condurrebbe forse all' ipotesi di correnti magnetiche, o che esse consistano in uno stato di tensione dell' etere intorno all' asse della corrente elettrica e quindi abbiano natura statica. E in questa discussione riappare un'altra volta al Faraday il concetto dello stato elettrotonico. Questo stato sarebbe prodotto intorno a sè da una corrente con le sue linee magnetiche. L'ipotesi che queste linee magnetiche abbiano natura di corrente trarrebbe alla conseguenza che non si conoscerebbe nei fenomeni magnetici alcun che di simile alla polarizzazione elettrostatica. Per ciò pare più probabile che le linee di forza magnetiche consistano in uno stato di tensione, ma ciò non esclude che quelle linee abbiano esistenza fisica (3269).

Tutti i fenomeni che si producono quando un conduttore si move in vicinanza d'una calamita, fanno credere all' esistenza d' un' atmosfera di forza intorno al

magnete. Il movimento di un corpo che per sè non ha alcuna azione sulla calamita, come potrebbe dar origine al fenomeno, che osserviamo e che mostra una relazione così intima con la calamita ? Deve prima del movimento esistere uno stato di tensione, dal quale proviene, tostochè il movimento succede, uno stato dinamico, ossia un movimento di elettricità. Quello stato di tensione basta a render ragione della esistenza fisica delle linee magnetiche di forza, della loro forma curva, delle loro relazioni con i poli e di vari altri fatti, che la semplice azione a distanza non basta a spiegare (3270).

Una calamita con i suoi tubi di forza che la circondano, può assomigliarsi ad una coppia elettrica immersa nell' acqua o in un altro elettrolito. In questo caso l' andamento di linee fisiche di forza (linee di corrente), può venir determinato sperimentalmente in più modi tanto attraverso la pila quanto nel mezzo circostante ; esse formano curve continue come le linee di forza della calamita (3276).

Per il Faraday il vuoto non sta, in quanto alle proprietà magnetiche, all'estremità della serie dei corpi, ma sta, come s' è già veduto, in mezzo ad essi fra i paramagnetici e i diamagnetici. Ciò che questo vuoto sia egli non può dire, forse è l' etere. Il mezzo esterno, che può anche essere il vuoto, stabllisce una connessione fra le polarità estreme mediante linee curve ed è quindi necessario all' esistenza della calamita. Da questo punto di vista il mezzo che circonda la calamita, appare come una parte dell' intero sistema magnetico. L' esperienze c' insegnano che la distribuzione delle linee nello spazio circostante può venir mutata quando altre sostanze vengano ad occupare quello spazio. Questo fatto può venir considerato come dipendente dal-

l' attitudine delle varie sostanze a lasciar passare le linee di forza (3278).

Un' ancora applicata ad una calamita fa l' ufficio di un buon conduttore sostituito ad uno cattivo; una frazione della forza della calamita molto maggiore di quella che passava prima passa così attraverso la stessa parte dello spazio (3383). Una calamita, i cui poli sono congiunti da ferro dolce, può venire magnetizzata molto più fortemente di quello che se mancasse l' ancora, perchè questa presta alle linee di forza un più facile passaggio (3284). L' analogia fra questi fatti di conducibilità magnetica e quelli di conducibilità elettrica porge nuovo argomento al Faraday in favore dell' esistenza fisica delle linee magnetiche.

Nel Gennaio del 1853 il Faraday presentò alla Società reale una breve nota che fu stampata nei « Proceedings » di quell' anno. In essa sono descritte alcune esperienze fatte per misurare il valore delle forze, che sollecitavano dei corpi posti successivamente nelle stesse condizioni in un campo magnetico. Cercò di distribuire le varie sostanze in una scala secondo la tendenza che osservava in esse, a portarsi nella parte del campo, ove la intensità era maggiore, ma non potè dare a queste esperienze lo svolgimento e l' estensione che avrebbe voluto e forse per ciò non ne trasse argomento per una serie speciale delle sue ricerche.

Una lettera del Marzo 1854 diretta al de la Rive contiene la descrizione di esperienze eseguite dal Faraday per rispondere alla domanda fattagli dal de la Rive stesso se avesse mai potuto produrre correnti indotte nei liquidi, come soluzioni saline o acidi diluiti. La risposta fu affermativa. Solo con l'acqua distillata non

aveva avuto effetto alcuno nel galvanometro. Il Faraday in fine della sua lettera pone ancora il quesito, se nel caso dei liquidi, come quelli su cui aveva sperimentato, avvenga elettrolisi o avvenga una trasmissione di elettricità senza elettrolisi e di natura speciale, finchè la corrente è assai debole. Egli si dichiara propenso a quest' ultima ipotesi.

Alla memoria stampata nel 1852 nel « Philosophical Magazine » il Faraday ne fece seguire due anni dopo un' altra che diede allo stesso giornale e forma la continuazione di quella. Il titolo è « Sopra alcuni punti nella teoria del magnetismo ».

Il Faraday vi discute lungamente le ipotesi relative ai fenomeni magnetici.

« Due o tre » egli dice, « sono le ipotesi generali sulla natura fisica della forza magnetica. La prima è quella, che fu imaginata dall' Eulero e da lui esposta per i fisici non matematici in modo semplice nelle sue lettere... Secondo questa ipotesi il fluido magnetico, o l'etere, si moverebbe a modo di corrente attraverso la calamita, attraverso i corpi vicini e lo spazio circostante. V' è poi l' ipotesi dei due fluidi magnetici che esistono in tutti i corpi magnetici, si accumulano nei poli d'una calamita e danno origine ai fenomeni di attrazione e ripulsione ».

« Finalmente vi è l' ipotesi dell'Ampère, secondo la quale delle correnti elettriche circolano intorno alle particelle delle calamite. Queste agiscono a distanza sopra altre particelle, intorno alle quali circolano parimenti delle correnti. La loro disposizione od orientazione nell' interno d'una sostanza può far sì che questa assuma le proprietà magnetiche ».

« La mia ipotesi non va così innanzi come la seconda e la terza delle supposizioni menzionate, perchè

essa non dice nulla sull'origine della forza magnetica e sul modo, in cui essa si mantiene in una calamita. Essa si accorda con la prima ipotesi, ma è più riservata. Essa considera una calamita come un centro di forza, circondato da linee le quali possono dare una rappresentazione matematica della forza stessa. Queste linee sono linee *fisiche,* che corrispondono tanto alla presenza della forza nell' interno della calamita quanto alle azioni esterne. Coloro, che vogliono ammettere l'esistenza dell'etere, possono considerare queste linee come correnti o come vibrazioni progressive o come un movimento ondulatorio permanente o come uno stato di tensione» (3301).

W. Thomson aveva dimostrato che valendosi delle linee di forza nella teoria della elettricità si poteva giungere alle stesse conseguenze, alle quali conducevano la ipotesi dei fluidi e la legge del Coulomb. Anche il van Rees, benchè con qualche riserva, aveva riconosciuto l' importanza del nuovo modo di considerare i fenomeni (3302). Il Faraday si compiaceva di questo appoggio che gli davano i matematici.

« Nè l' una, nè l' altra delle due ultime ipotesi » dichiara il Faraday, « m' avrebbe condotto a scoprire i fenomeni del diamagnetismo o della rotazione del piano di polarizzazione della luce e io credo che un matematico, il quale si fosse lasciato guidar da quelle ipotesi, interrogato intorno alla possibilità dei fenomeni diamagnetici, avrebbe dovuto dichiararsi contrario » (3303).

Il Faraday in questo scritto discorre minutamente della polarità magnetica, dell' influenza dei varii mezzi, del tempo necessario perchè un corpo assuma polarità ecc.. Si trattiene in particolare sulle difficoltà che s'incontrano volendo spiegare con le vecchie teorie i fenomeni diamagnetici. Trattando delle relazioni esistenti

fra i poli d'una calamita descrive un'esperienza da lui fatta per verificare se fosse possibile isolare il magnetismo Nord dal magnetismo Sud. Compose egli a tal fine uno spazio limitato da superficie tutte magnetizzate nello stesso modo e nello stesso grado col mezzo di sei elettrocalamite eguali a forma di sbarra e a sezione quadrata. Lo spazio era cubico e le pareti di esso erano formate dalle sei faccie Nord di quelle calamite. Posti degli aghi magnetici o degli altri corpi in esso, non si rivelò alcuna forza magnetica. Pure le condizioni erano le più favorevoli al manifestarsi di una sola specie di magnetismo (3341).

Dopo aver riassunto le sue idee sulla fine della memoria il Faraday aggiunse che egli dava ad esse soltanto il valore di un' ipotesi destinata a servir di guida negli studi ulteriori. « Non pretendo di togliere con le mie spiegazioni ogni difficoltà. Io non ho alcuna idea chiara intorno allo stato fisico, che costituisce il magnetismo, vale a dire intorno allo stato della causa della forza magnetica, nè intorno alla forza coercitiva, mediante la quale si produce una resistenza alla costituzione di quello stato oppure lo stato stesso vien conservato, inquantochè le ipotesi fatte finora non mi contentano. Io confesso che il mio fine fu quello piuttosto di far notare i difetti delle vecchie teorie troppo facilmente accettate e di combattere la fiducia che si ha in esse. Quantunque lo spiegare e svelare le cose sia il modo migliore e più diretto per arrivare alla verità, pure è meglio sapere, o almeno sospettare che siamo in errore piuttosto che ignorar ciò e venir quindi indotti facilmente a prendere il falso per vero ».

Nel Maggio del 1855 in una delle solite conferenze del Venerdì trattò ancora il Faraday della questione se gli elettroliti possano trasmettere elettricità senza decom-

porsi. Dopo aver discusse le varie opinioni intorno alla possibilità di una tale specie di trasmissione, egli conclude che l' esperienze fatte fino a quel tempo non permettevano di risolvere la questione. Nell' esperienze di elettricità statica, quando l'acqua viene sottoposta ad induzione, quand' essa, ad esempio, fa l' ufficio di armatura interna in una bottiglia di Leida, gli pareva difficile di non ammettere una conducibilità simile a quella dei metalli.

La trentesima ed ultima serie delle « Exper. Researches » venne presentata alla Società Reale il 24 Ottobre 1855. Il Faraday vi descrive anzi tutto dell'esperienze, che dimostrano come la forza magneto-cristallina si mantenga la stessa anche in mezzi diversi. Una sfera formata con un cristallo di spato calcare o di bismuto sia sospesa in un campo magnetico. Sappiamo in generale ch'essa tende a disporsi in una certa direzione mentre questa tendenza non si manifesta se le sostanze sono nello stato amorfo. L' esperienze provarono che i fenomeni non mutavano, quando invece di aria, il mezzo, in cui stava il cristallo, era fosforo fuso, alcool, acqua, anidride carbonica, una soluzione di solfato di ferro. Quanto all'azione del calore, dall'esperienze apparve che tutti i cristalli paramagnetici e diamagnetici soffrono in generale al crescere della temperatura eguali modificazioni delle loro proprietà magneto-cristalline. Fece solo eccezione uno spato calcare che conteneva ferro. A quest' esperienze alcune altre ne aggiunse il Faraday per confrontare l'azione del campo magnetico su alcuni corpi che erano prima stati studiati come cristalli e che poi vennero disposti in modo da eliminare l' influenza della struttura cristallina. Dell' espe-

rienze sul ferro, sul nichel e sul cobalto chiudono la memoria.

Importante è la conferenza Bakeriana del 1857, nella quale il Faraday diede conto de' suoi studi sulle proprietà ottiche dell'oro ridotto in foglie sottilissime o in minutissime particelle. Questi suoi studi si possono considerare in parte come l'inizio di quelle indagini che si fecero poi sulle sostanze colloidali e si stanno tuttora facendo.

Il primo impulso a queste ricerche venne al Faraday dal pensiero che, esaminando l'effetto esercitato sulla luce da minutissime particelle, tanto minute da avere dimensioni minori di una lunghezza d'onda, si potesse trarne qualche conoscenza delle relazioni che esistono fra le vibrazioni luminose e la materia o fra l'etere e la materia. Gli parve che l'oro fosse particolarmente opportuno per tale studio, perchè riflette e trasmette luce colorata, perchè poco alterabile e grandemente divisibile, perchè variando la grandezza delle sue particelle, varia il colore di quel metallo.

L'oro unito con poco argento e poco rame può ridursi in fogliette estremamente sottili, che possono venire ancora assottigliate con mezzi chimici. La luce trasmessa è verde. Scaldata fortemente e poi lasciata raffreddare, la lamina riflette meno luce di prima e ne trasmette di più: perde il suo color verde, ma quando venga compressa, lo riprende.

Col mezzo della scintilla di una batteria si può ottenere dell'oro diviso in minime particelle. L'oro deposto sul cammino della scintilla appare giallo per riflessione e color rubino per trasparenza. Dai lati appaiono altri colori. Se si scalda fino al rosso oscuro,

il color rubino s'estende a tutto lo strato, e se questo vien compresso, la luce trasmessa diventa verde. Tali mutamenti non possono attribuirsi ai corpi, su cui l'oro è deposto, bensì alle diverse condizioni assunte dalle particelle dell'oro.

Esperienze consimili furono eseguite con altri metalli facendo avvenire le scariche nell' idrogeno.

Da una soluzione diluita di cloruro d' oro si può ottenere per mezzo del fosforo che l'oro si separi formando una pellicola sottile alla superficie del liquido. La pellicola può venir raccolta sopra una lastra di vetro e fatta asciugare. Il Faraday ne studiò le proprietà ottiche come aveva fatto per le lamine sottili ed ebbe risultati poco diversi. Col fosforo si può anche ottenere che l' oro d' una debole soluzione di cloruro d' oro si riduca in particelle minutissime diffuse nel liquido. Questo assume allora un bel colore di rubino.

I liquidi così preparati possono però assumere apparenze molto diverse. Se la soluzione di cloruro d'oro, con cui si opera, non è molto diluita, il liquido riesce torbido o di color bruno o violetto. Con le soluzioni deboli s' ha, come s' è detto, un liquido color rubino, ma in qualche caso s' ha un colore ametista. Il liquido è limpido e ha l'apparenza d'una soluzione, ma si può dimostrare che l' oro vi è sospeso e non sciolto raccogliendo con una lente i raggi solari e facendoli convergere nel liquido. Benchè le particelle illuminate non sieno visibili perchè son troppo piccole, la luce diffusa ha il colore dell'oro. Anche il fatto che a poco a poco si forma un deposito prova che quelle particelle sono sospese.

Pare che in questi liquidi avvengano dei lenti mutamenti. Pare che le particelle si aggruppino. Dei liquidi, che erano limpidi, si fanno torbidi. Alla lunga

si forma un deposito. Quando uno di quei liquidi di color rubino sia lasciato in riposo per qualche giorno, si forma un deposito e il liquido limpido potrà esser tolto con un sifone. Lasciandolo poi in riposo per una settimana, s' avrà un secondo deposito. Tolto ancora il liquido, in un mese si formerà un terzo deposito e il liquido avrà un colore rubino vivo. Operando ancora in modo simile s' avrà in più mesi un altro deposito, che però avrà più l' aspetto d' un liquido che quello d' uno strato di particelle solide. Pure anche allora nel liquido rimasto si potrà riconoscere la presenza di particelle sospese.

Esaminando qnei depositi con luce trasmessa dopo averli diffusi nell' acqua entro un tubo, si vide che il primo e più grossolano trasmetteva luce azzurra. Così anche il secondo, il terzo ed il quarto: poi vennero quelli che trasmisero luce color d' ametista: gli ultimi e più minuti diedero luce color di rubino.

Le particelle diffuse in questi liquidi hanno la singolare proprietà che vengono alterate notevolmente da minime quantità di corpi che pur non agiscono chimicamente sulle particelle medesime. Posto in un piatto uno strato di liquido color rubino basta immergervi la estremità d' un bastone di vetro che sia stato intinto in una soluzione di sale comune perchè il liquido diventi azzurro o violetto o anche si scolori. Dopo questo cangiamento l' oro si deposita piu rapidamente. Molti altri corpi agiscono come il sale comune.

Il Faraday cercò di farsi un' idea della quantità d' oro esistente in uno di quei liquidi di color rubino usati in queste esperienze. Concluse che un volume d' oro doveva essere contenuto in 750600 volumi di acqua.

Un raggio di luce comune, che passa attraverso una

foglia d'oro inclinata al raggio di circa 15°, ne esce polarizzato. Il fenomeno è simile a quello che vien prodotto da una pila di lastre di vetro. Uno strato di particelle d'oro ottenuto con la scintilla o col fosforo mostrò di modificare la luce polarizzata per solo effetto dello strato superficiale. Uno strato di liquido di color rubino si comportò in modo da far conchiudere che le particelle sospese non erano attive.

La luce che attraversava una foglia d'oro, non apparve modificata per l'azione d'un forte campo magnetico.

Le tre ultime conferenze date dal Faraday alla « R. Institution » (1858-1860) ebbero per argomento il telegrafo del Wheatstone, la luce elettrica, il telaio elettrico. A chiudere questi cenni sull'opera scientifica del Faraday trascrivo una breve porzione della prima conferenza, nella quale dalla descrizione dei perfezionamenti della telegrafia egli trasse argomento per raccomandare l'insegnamento delle scienze fisiche anche come mezzo di educazlone della mente.

« . . . . . Se esaminiamo » egli dice « questi progressi (della telegrafia), e altri esempi si potrebbero trovare in altri rami della scienza della elettricità, e se diamo alla parola educazione un così ampio significato da comprendervi tutto ciò che serve al perfezionamento della mente umana sia con l'acquisto di cognizioni, sia col farla atta ad operare da sè, ci convinceremo dell'importanza dell'ufficio che nell'educazione possono avere le scienze fisiche ».

« Esse c'insegnano a non considerare nulla come indifferente, a non ispregiare i piccoli principii, perchè essi necessariamente precedono le grandi cose, tanto

nella scienza pura, quanto nell' applicata. Esse ci insegnano a confrontare sempre il piccolo e il grande, nelle condizioni le più svariate, perchè il piccolo abbraccia in germe il grande tanto frequentemente quanto il grande contiene il piccolo, con che la mente si fa più comprensiva ».

« Esse ci insegnano a trarre con attenzione dai fatti i principii generali, a stabilirli oppure a differire le conclusioni : a scoprire le leggi, a seguirle e, appoggiandoci ad esse, applicare al grande ció che sappiamo del piccolo ».

« Esse ci insegnano ad imparare dai maestri e dai libri ciò che è già noto, e a procacciarci dell' altre cognizioni col lume della scienza e con i suoi metodi per lasciare ai posteri qualche cosa che in avvenire fruttifichi come noi ne ricevemmo da chi ci precedette. Bacone dice che lo scienziato non deve operare come la formica, che solo raccoglie, nè come il ragno che trae solo da sè medesimo la materia dell' opera sua, ma come l' ape che nel tempo stesso raccoglie e produce ».

« Queste considerazioni che mi furono suggerite dalla elettricità, si possono applicare ad ogni parte della Fisica. Spesso si dice che l' elettricità è bella, è maravigliosa ; ma le altre forze della natura non sono da meno. La bellezza della elettricità, o d' altra forza naturale, non sta in ciò, che di misterioso e d' inatteso essa ci può presentare, non nelle maravigliose apparenze, con cui essa colpisce i nostri sensi, bensì in ciò, che essa obbedisce a leggi determinate e che l' ingegno umano può in molti casi dominarla. Lo spirito umano sta al di sopra di essa, e da questo punto di vista meglio appare la dignità e la importanza pratica

della educazione della mente fornita dalle scienze della natura, perchè queste, dando modo all' uomo di piegare al propri servigi le forze naturali, lo fanno più largamente partecipe dei doni di Dio. »

Indice dei Capitoli

Capitolo IV.

Capitolo V.

Capitolo VI.

Capitolo VII.

Indice dei Nomi